

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета радиотехники и  
электроники \_\_\_\_\_ /В.А. Небольсин/

« 25 » ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины  
«Основы теории цепей»

Направление подготовки 11.03.01 Радиотехника

Профиль Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4года/4года и 1 м.

Форма обучения очная/заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы  
Заведующий кафедрой  
радиотехники

\_\_\_\_\_  
/Литвиненко В.П./

\_\_\_\_\_  
/Останков А.В./

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_  
/Останков А.В./

Воронеж 2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Освоение современной теории электрических цепей, методов анализа и расчета цепей и сигналов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- 1) освоение методов анализа и расчета электрических цепей и протекающих в них процессов;
- 2) изучение основных характеристик цепей и сигналов;
- 3) освоение методов электрических измерений;
- 4) использование программных средств для расчета и схемотехнического моделирования цепей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОНОН

Дисциплина «Основы теории цепей» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы теории цепей» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

ОПК-1 - Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции              |
|-------------|--|
| ОПК-2       | Знать способы получения экспериментальных результатов.                         |
|             | Уметь проводить экспериментальные работы и представлять полученные результаты. |
|             | Владеть методами анализа экспериментальных данных.                             |
| ОПК-1       | Знать методы анализа и расчета электрических цепей и сигналов.                 |
|             | Уметь применять законы и методы теории цепей для решения инженерных задач.     |
|             | Владеть инженерными методами расчета электрических цепей и сигналов.           |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы теории цепей» составляет 12

з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы                            | Всего часов | Семестры |     |
|--|-------------|----------|-----|
|  |             | 2        | 3   |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>              | 144         | 72       | 72  |
| В том числе:                                   |             |          |     |
| Лекции   | 72          | 36       | 36  |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 36          | 18       | 18  |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 36          | 18       | 18  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | 261         | 216      | 45  |
| <b>Курсовая работа</b>                         | +           |          | +   |
| Часы на контроль                               | 27          | -        | 27  |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет | +           | +        | +   |
| Общая трудоемкость академические часы          | 432         | 288      | 144 |
| з.е.   | 12          | 8        | 4   |

**заочная форма обучения**

| Виды учебной работы               | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------|-------------|----------|
|                                   |             | 4        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b> | 30          | 30       |
| В том числе:                      |             |          |
| Лекции                            | 10          | 10       |
| Практические занятия (ПЗ)         | 8           | 8        |
| Лабораторные работы (ЛР)          | 12          | 12       |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| <b>Самостоятельная работа</b>           | 393 | 393 |
| <b>Курсовая работа</b>                  | +   | +   |
| <b>Контрольная работа</b>               |     |     |
| Часы на контроль                        | 9   | 9   |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +   | +   |
| Общая трудоемкость академические часы   | 432 | 432 |
| з.е.                                    | 12  | 12  |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п                 | Наименование темы                                 | Содержание раздела  | Лекц | Прак зан. | Лаб. зап. | СРС | Всего, час |
|-----------------------|---|---|------|-----------|-----------|-----|------------|
| <b>Второй семестр</b> |   |   |      |           |           |     |            |
| 1                     | Введение  | Цели и задачи курса. Основные понятия и определения. Ток, напряжение, энергия, мощность.                                      | 2    |           |           | 8   | 10         |
| 2                     | Основные законы и свойства элементов              | Элементы цепи и их модели, характеристики токов и напряжений  | 2    | 2         |           | 8   | 12         |
| 3                     | Топологическое описание цепи.                     | Топология цепи, законы Ома и Кирхгофа, система уравнений  | 2    |           |           | 8   | 10         |
| 4                     | Электрические цепи постоянного тока               | Цепи постоянного тока, их описание и свойства, методы расчета   | 2    | 2         | 4         | 12  | 20         |
| 5                     | Линейные цепи при гармоническом воздействии       | Гармонические сигналы, описание, свойства. Комплексная амплитуда, модель цепи и ее элементов.                                 | 2    | 2         | 4         | 12  | 20         |
| 6                     | Метод комплексных амплитуд.                       | Порядок расчета цепи методом комплексных амплитуд.  | 2    | 2         | 4         | 12  | 20         |
| 7                     | Расчет с помощью закона Ома, общий метод расчета. | Расчет с помощью закона Ома. Общий метод расчета цепи по уравнениям Кирхгофа.   | 2    | 2         | 4         | 12  | 20         |
| 8                     | Методы расчета сложных цепей                      | Методы контурных токов и узловых напряжений. Метод наложения. Теорема об эквивалентном источнике. Метод переменных состояния. | 4    | 2         | 4         | 10  | 20         |
| 9                     | Элементы теории четырехполосников.                | Частотное описание четырехполосника. Четырехполосник как элемент цепи. Системы параметров четырехполосника.                   | 4    | 2         |           | 10  | 16         |
| 10                    | Частотные фильтры.                                | Типы частотных фильтров, их характеристики и свойства. Фильтры первого порядка. Аперiodические фильтры.                       | 2    |           |           | 8   | 10         |

|                       |   |  |   |   |   |    |    |
|-----------------------|---|--|---|---|---|----|----|
| 11                    | Последовательный колебательный контур.          | Последовательный колебательный контур. Свойства, частотные характеристики, применение.   | 4 | 2 | 4 | 12 | 22 |
| 12                    | Параллельный колебательный контур.              | Параллельный колебательный контур. Свойства, частотные характеристики, применение.   | 2 | 2 |   | 8  | 12 |
| 13                    | Сложные параллельные колебательные контуры.     | Сложные параллельные колебательные контуры. Фильтры сосредоточенной селекции.  | 2 |   |   | 8  | 10 |
| 14                    | Индуктивно-связанные цепи.                      | Индуктивно-связанные цепи, модели магнитных цепей.   | 2 |   |   | 6  | 8  |
| 15                    | Связанные колебательные контуры,                | Связанные колебательные контуры. Свойства, частотные характеристики, применение. Высокочастотный трансформатор.                                  | 2 |   |   | 6  | 8  |
|                       |   | зачет  |   |   |   |    |    |
| <b>Третий семестр</b> |   |  |   |   |   |    |    |
| 16                    | Спектры периодических сигналов.                 | Спектры периодических сигналов, спектры амплитуд и фаз, методы расчета   | 4 | 2 | 4 | 12 | 22 |
| 17                    | Спектры непериодических сигналов.               | Спектры непериодических сигналов, свойства, методы расчета   | 2 | 2 |   | 10 | 14 |
| 18                    | Переходные процессы                             | Переходные и свободные процессы. Начальные условия. Классический метод расчета переходных процессов. Переходные процессы в цепи первого порядка. | 2 | 2 | 4 | 12 | 20 |
| 19                    | Переходные процессы в цепи второго порядка.     | Переходные процессы в цепи второго порядка, расчет, режимы колебаний.  | 2 | 2 |   | 12 | 16 |
| 20                    | Операторный метод расчета переходных процессов. | Операторный метод расчета переходных процессов. Операторные характеристики цепи. Методы расчета.   | 4 | 4 |   | 12 | 20 |
| 21                    | Трехфазные цепи.                                | Трехфазные цепи, их модели и свойства. Расчет трехфазных цепей.  | 2 |   |   | 8  | 10 |
| 22                    | Воздействие негармонических сигналов.           | Воздействие негармонических сигналов на линейные цепи. Методы расчета. Переходная и импульсная характеристики цепи, временной методы анализа.    | 4 | 2 |   | 12 | 18 |
| 23                    | Матричные методы расчета цепей.                 | Матричное описание цепи, методы расчета.   | 2 |   |   | 8  | 10 |
| 24                    | Синтез линейных цепей                           | Системные функции и синтез линейных цепей. Методы синтеза двухполосников. Синтез четырехполосников.  | 2 |   |   | 8  | 10 |
| 25                    | Пелинейные резистивные цепи.                    | Пелинейные резистивные цепи, методы расчета. Графоаналитический метод расчета двухполосников и четырехполосников.                                | 4 | 2 |   | 8  | 14 |

|                |                                      |  |           |           |           |            |            |
|----------------|--------------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 26             | Длинная линия                        | Длинная линия, ее модель, телеграфные уравнения и их решение. Режимы работы длинной линии. Применение длинной линии. | 6         | 2         | 4         | 12         | 24         |
| 27             | Методы автоматизации проектирования. | Методы автоматизации анализа и проектирования электрических цепей и устройств  | 2         |           |           | 9          | 11         |
| <b>Экзамен</b> |                                      |  |           |           |           |            | <b>27</b>  |
| <b>Итого</b>   |                                      |  | <b>72</b> | <b>36</b> | <b>36</b> | <b>261</b> | <b>432</b> |

### заочная форма обучения

| № п/п             | Наименование темы            | Содержание раздела  | Лекц      | Прак зан. | Лаб. зап. | СРС        | Всего, час |
|-------------------|------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Четвертый семестр |                              |   |           |           |           |            |            |
| 1                 | Расчет электрических цепей   | Линейные цепи при гармоническом воздействии, методы расчета.                                      | 2         | 2         |           | 78         | 82         |
| 2                 | Методы расчета сложных цепей | Методы контурных токов и узловых напряжений. Метод наложения. Теорема об эквивалентном источнике. | 2         | 2         | 4         | 78         | 86         |
| 3                 | Частотно селективные цепи    | Цепи первого порядка, колебательные контуры, частотные фильтры.                                   | 2         | 2         | 4         | 78         | 86         |
| 4                 | Спектральный анализ сигналов | Спектры периодических и непериодических сигналов, спектры амплитуд и фаз, методы расчета          | 2         | 2         | 4         | 78         | 86         |
| 5                 | Переходные процессы          | Классический и операторный методы расчета переходных процессов                                    | 2         |           |           | 81         | 83         |
| <b>экзамен</b>    |                              |   |           |           |           |            | <b>9</b>   |
| <b>Итого</b>      |                              |   | <b>10</b> | <b>8</b>  | <b>12</b> | <b>393</b> | <b>432</b> |

### 5.2 Перечень лабораторных работ

| № п/п          | Наименование лабораторной работы   | Объем час. | Виды контроля |
|----------------|--|------------|---------------|
| Второй семестр |  |            |               |
| 1              | Ознакомительная  | 4          |               |
| 2              | Расчет и моделирование цепи постоянного тока   | 4          | АКОС          |
| 3              | Гармоническое напряжение и ток в элементах цепи R, L, C и их последовательном соединении | 4          | Опрос         |
| 4              | Расчет и моделирование цепи при гармонических воздействиях                               | 6          | АКОС          |
| Третий семестр |  |            |               |
| 5              | Последовательный колебательный контур  | 4          | АКОС          |
| 6              | Спектральный анализ периодических сигналов   | 4          | АКОС          |
| 7              | Свободные процессы в линейных электрических цепях  | 4          | Опрос         |
| 8              | Длинная линия  | 6          | АКОС          |
| Итого часов    |  | 36         |               |

### 5.3 Перечень практических занятий

| № | Тема и содержание практического занятия | Объем | Виды |
|---|---|-------|------|
|---|---|-------|------|

| п/п            |  | час. | контроля |
|----------------|--|------|----------|
| Второй семестр |  |      |          |
| 1              | Тема 1. Исходные понятия теории цепей, источники напряжения и тока                               | 2    | АКОС     |
| 2              | Тема 2. Напряжения и токи в сопротивлении, индуктивности и емкости при произвольных воздействиях | 2    | АКОС     |
| 3              | Расчет сложных электрических цепей постоянного тока  | 2    | Опрос    |
| 4              | Тема 10. Расчет сложных электрических цепей  | 2    | АКОС     |
| 5              | Гармонические колебания в элементах цепи   | 2    | Опрос    |
| 6              | Тема 4. Гармонические ток и напряжение в элементах цепи и их последовательном соединении         | 2    | АКОС     |
| 7              | Расчет токов и напряжений методом комплексных амплитуд   | 2    | Опрос    |
| 8              | Тема 6. Метод комплексных амплитуд   | 2    | АКОС     |
| 9              | Тема 7. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме  | 2    | АКОС     |
| Третий семестр |  |      |          |
| 10             | Тема 11. Частотно-избирательные цепи первого порядка   | 2    | АКОС     |
| 11             | Тема 12. Последовательный колебательный контур   | 2    | АКОС     |
| 12             | Частотно-селективные цепи  | 2    | Опрос    |
| 13             | Тема 18. Частотные спектры периодических процессов   | 2    | АКОС     |
| 14             | Тема 20. Свободные и переходные процессы в цепях первого порядка                                 | 2    | АКОС     |
| 15             | Методы анализа нестационарных процессов  | 2    | Опрос    |
| 16             | Тема 22. Операторный метод расчета переходных процессов  | 2    | АКОС     |
| 17             | Тема 23. Расчет реакции цепи на сложный входной сигнал методом интеграла Дюамеля                 | 2    | АКОС     |
| 18             | Волновые процессы в длинных линиях   | 2    | Опрос    |
| Итого часов    |  | 36   |          |

АКОС – автоматизированная контролирующая система для проверки правильности выполнения индивидуальных заданий.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения, в 4 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: **«Линейные цепи при гармоническом воздействии»**

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- освоение методов расчета гармонических токов и напряжений;
- изучение частотных характеристик цепи;
- выполнение экспериментальных исследований.

Курсовая работа выполняется по индивидуальным вариантам цепей и завершается оформлением расчетно-пояснительной записки.

Этапы выполнения курсовой работы:

- 1) расчет токов и напряжений, проверка законов Кирхгофа;
- 2) построение векторной диаграммы;
- 3) моделирование токов и напряжений;
- 4) расчет частотных характеристик цепи;

- 5) экспериментальной определению частотных характеристик цепи;
- 6) исследовательская часть;
- 7) оформление расчетно-пояснительной записки.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции              | Критерии оценивания  | Аттестован  | Не аттестован   |
|-------------|--|--|---|---|
| ОПК-2       | знать способы получения экспериментальных результатов.                         | Выполнение заданий по расчету и экспериментальным исследованиям цепей. | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | уметь проводить экспериментальные работы и представлять полученные результаты. | Решение задач по расчету и экспериментальным исследованиям цепей.      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | владеть методами анализа экспериментальных данных.                             | Выполнение расчетов и экспериментальных исследований заданных цепей.   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ОПК-1       | знать методы анализа и расчета электрических цепей и сигналов.                 | Решение задач по расчету цепей.  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | уметь применять законы и методы теории цепей для решения инженерных задач.     | Решение задач по расчету цепей.  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | владеть инженерными методами расчета электрических цепей и сигналов.           | Выполнение расчетов заданных цепей.                                    | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3, 2 семестре для очной формы обучения, 4 семестре для заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции              | Критерии оценивания                                      | Зачтено  | Не зачтено           |
|-------------|--|--|--|----------------------|
| ОПК-2       | знать способы получения экспериментальных результатов.                         | Тест (АКОС)  | Выполнение теста на 70-100%                              | Выполнение менее 70% |
|             | уметь проводить экспериментальные работы и представлять полученные результаты. | Решение стандартных практических задач                   | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
|             | владеть методами анализа экспериментальных данных.                             | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
| ОПК-1       | знать методы анализа и расчета электрических цепей и сигналов.                 | Тест (АКОС)  | Выполнение теста на 70-100%                              | Выполнение менее 70% |
|             | уметь применять законы и методы теории цепей для решения инженерных задач.     | Решение стандартных практических задач                   | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
|             | владеть инженерными методами расчета электрических цепей и сигналов.           | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

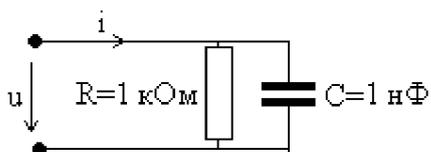
| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции              | Критерии оценивания                                      | Отлично  | Хорошо  | Удовл.   | Неудовл.                             |
|-------------|--|--|--|---|--|--------------------------------------|
| ОПК-2       | знать способы получения экспериментальных результатов.                         | Тест (АКОС)  | Выполнение теста на 90- 100%                           | Выполнение теста на 80-90%  | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь проводить экспериментальные работы и представлять полученные результаты. | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|             | владеть методами анализа экспериментальных данных.                             | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
| ОПК-1       | знать методы анализа и расчета   | Тест (АКОС)  | Выполнение теста на 90- 100%                           | Выполнение теста на 80-90%  | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70%                    |

|  |  |  |  |   |  |                    |
|--|--|--|--|---|--|--------------------|
|  | электрических цепей и сигналов.  |  |  |   |  | правильных ответов |
|  | уметь применять законы и методы теории цепей для решения инженерных задач. | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены   |
|  | владеть инженерными методами расчета электрических цепей и сигналов.       | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены   |

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

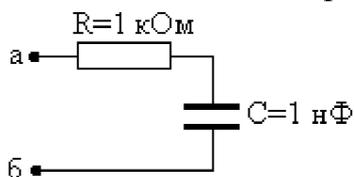
### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

**Задание 1.** Отметьте правильный ответ (1)



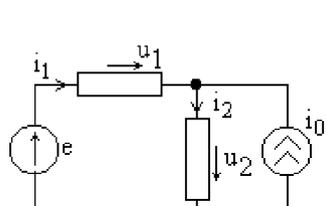
Показанная на рисунке цепь имеет ... характер  
 1) емкостный; 2) индуктивный; 3) активный

**Задание 2.** Введите правильный ответ (1000)



Активная составляющая комплексного сопротивления между точками а и б для показанной на рисунке цепи равна ... Ом

**Задание 3.** Отметьте правильный ответ (1)



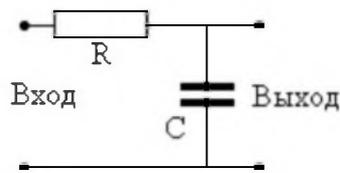
Система топологических уравнений показанной на рисунке цепи имеет вид

$$1) \begin{cases} \dot{I}_0 + \dot{I}_1 - \dot{I}_2 = 0 \\ \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = \dot{E} \end{cases}, \quad 2) \begin{cases} \dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 0 \\ \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = 0 \end{cases}$$

$$3) \begin{cases} \dot{I}_0 + \dot{I}_1 = 0 \\ \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = \dot{E} \end{cases},$$

$$4) \begin{cases} \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = \dot{I}_0 \\ \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = 0 \end{cases}$$

**Задание 4.** Отметьте правильный ответ (3)



Комплексный коэффициент передачи по напряжению показанной на рисунке цепи равен

- 1)  $\dot{K} = \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}}$ ;      2)  $\dot{K} = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}}$ ;  
 3)  $\dot{K} = \frac{1}{j\omega C R + 1}$ ;      4)  $\dot{K} = j\omega RC$

**Задание 5.** Введите правильный ответ (40)

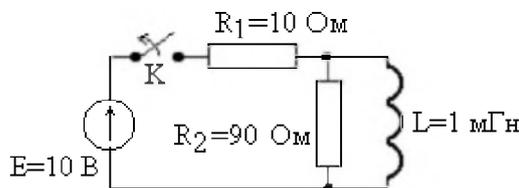
Амплитуда первой гармоники напряжения  $u(t) = 40 \cos(10^6 t) + 60 \sin(2 \cdot 10^6 t)$  В равна ... В

**Задание 6.** Отметьте правильный ответ (3)

С уменьшением длительности прямоугольных импульсов ширина спектра ...

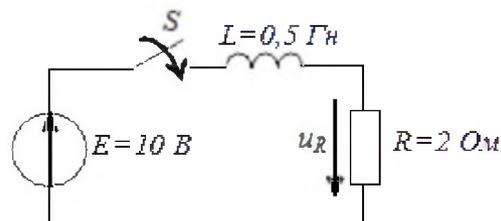
- 1) практически не изменяется;      2) уменьшается;  
 3) увеличивается

**Задание 7.** Введите правильный ответ (1000)



Начальное условие в показанной на рисунке цепи при замкнутом до коммутации ключе К равно ... мА

**Задание 8.** Отметьте правильный ответ (1)



Установившееся значение напряжения на сопротивлении  $u_R(t \rightarrow \infty)$  в показанной на рисунке цепи равно ... В

- 1) 10 В      2) 5 В      3) 2 В      4) 0 В

**Задание 9.** Отметьте правильный ответ (1)

Для изображения тока  $I(p) = \frac{I_0}{(10p+1)}$  его оригинал  $i(t)$  равен ...

- 1)  $I_0 e^{-\frac{1}{10}t}$ ;      2)  $\frac{I_0}{10} e^{-\frac{1}{10}t}$ ;      3)  $\frac{I_0}{10} e^{\frac{1}{10}t}$ ;      4)  $\frac{I_0}{10} e^{-t}$

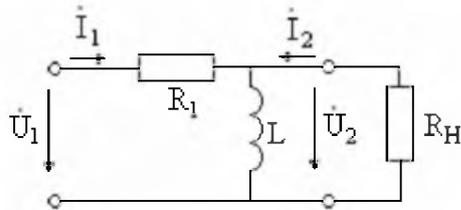
**Задание 10.** Отметьте правильный ответ (1)

При подключении к замкнутой на конце длинной линии вместо замыкателя емкости  $C$  узлы напряжения ...

- 1) смещаются в сторону генератора
- 2) не смещаются
- 3) смещаются в сторону нагрузки.

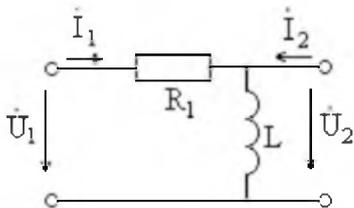
### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

#### Задание 1.



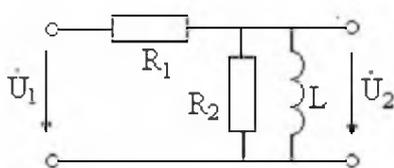
Определите входное сопротивление четырехполюсника. Получите формулы для его модуля и аргумента, активной и реактивной составляющих. постройте графики.

#### Задание 2.



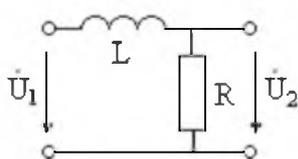
Рассчитайте комплексный коэффициент передачи, определите их АЧХ и ФЧХ, постройте их графики.

#### Задание 3.



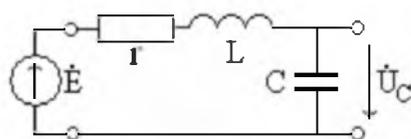
Определите полосу удержания четырехполюсника.

#### Задание 4.



Определите коэффициент прямоугольности четырехполюсника

#### Задание 5.



В координатах обобщенной расстройки определите комплексную амплитуду напряжения на емкости при  $\dot{E} = 10e^{-j30^\circ}$  В  $\omega = 1,01 \cdot 10^6$  рад/с,  $r = 10$  Ом,  $L = 1$  мГн и  $C = 1$  нФ.

#### Задание 6.

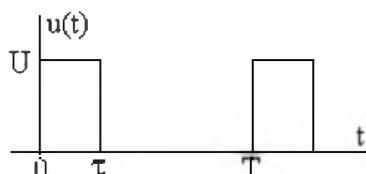
Определите полосу пропускания колебательного контура при  $\omega_0 = 10^6$  рад/с,  $C = 1$  нФ и сопротивлении потерь  $r = 10$  Ом.

### Задание 7.

Вычислите резонансные значения тока и напряжение на емкости последовательного колебательного контура при  $L = 2$  мГн,  $C = 2$  нФ,  $r = 30$  Ом и ЭДС идеального источника напряжения  $\dot{E} = 1$  В.

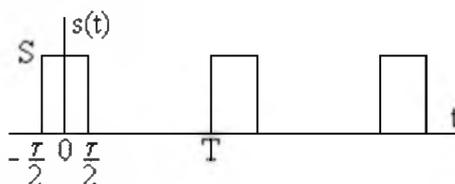
### Задание 8.

Определите спектры амплитуд и фаз сигнала, постройте их графики.



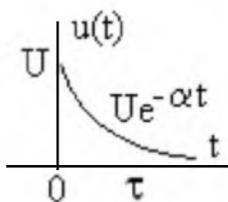
### Задание 9.

Используя ряд Фурье в комплексной форме, определите спектры амплитуд и фаз сигнала, постройте их графики.



### Задание 10.

Определите и постройте графики спектров амплитуд и фаз одиночного сигнала.



### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

*Прикладные задачи не предусмотрены.*

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Электрическая цепь. Заряд, ток, напряжение, мощность, энергия. Модели основных линейных элементов цепи (сопротивление, индуктивность, емкость).
2. Законы Ома для мгновенных значений токов и напряжений (пример).
3. Основы топологического описания цепи, топологические элементы (пример).
4. Законы Кирхгофа для мгновенных значений сигналов, система уравнений электрической цепи для мгновенных значений токов и напряжений (пример).

5. Идеальные и реальные источники сигнала.
6. Гармонический и импульсный сигналы. Числовые характеристики (значения) сигналов (примеры).
7. Модель цепи постоянного тока. Расчет цепи постоянного тока на основе закона Ома (пример).
8. Общий метод расчета цепи постоянного тока на основе законов Ома и Кирхгофа (пример).
9. Расчет цепи постоянного тока методом контурных токов (пример).
10. Расчет цепи постоянного тока методом узловых напряжений (пример).
11. Расчет цепи постоянного тока методом наложения (пример).
12. Гармонические ток и напряжение в элементах цепи  $R, L, C$ .
13. Средняя мощность гармонических сигналов в линейном двухполюснике (пример).
14. Векторная диаграмма цепи (пример).
15. Комплексная амплитуда гармонического сигнала (примеры).  
Операции с комплексными числами (примеры).
16. Законы Ома и Кирхгофа для комплексных амплитуд токов и напряжений (пример).
17. Комплексные сопротивления и проводимости элементов и участка цепи, их характеристики (пример).
18. Расчет гармонических токов и напряжений на основе закона Ома (пример).
19. Общий метод расчета гармонических токов и напряжений по уравнениям Кирхгофа (пример).
20. Расчет гармонических токов и напряжений методом контурных токов (пример).
21. Расчет гармонических токов и напряжений методом узловых напряжений (пример).
22. Расчет гармонических токов и напряжений методом наложения (пример).
23. Расчет гармонических токов и напряжений с помощью теоремы об эквивалентном источнике (пример).
24. Входное и выходное сопротивления четырехполюсника. Согласование четырехполюсника с источником сигнала и нагрузкой (пример).
25. Частотные характеристики четырехполюсника, АЧХ, ФЧХ (пример).
26. Системы параметров четырехполюсника (пример).
27. Частотные фильтры, характеристики избирательности. Фильтры первого порядка (пример).
28. Фильтры RC второго порядка (пример расчета АЧХ и ФЧХ).
29. Входное сопротивление последовательного колебательного контура
30. Ток и напряжения в последовательном контуре, резонансные явления.
31. Вторичные параметры последовательного колебательного контура, обобщенная расстройка.

32. Частотные характеристики последовательного контура.
33. Полоса пропускания и коэффициент прямоугольности последовательного контура.
34. Влияние внутреннего сопротивления источника сигнала и нагрузки на резонансные свойства последовательного контура.
35. Входное сопротивление и проводимость параллельного колебательного контура.
36. Напряжение и токи в параллельном контуре.
37. Частотные характеристики параллельного контура.
38. Влияние сопротивления источника сигнала и нагрузки на резонансные свойства параллельного контура.
39. Электромагнитная индукция. Линейные магнитные цепи переменного тока, магнитосвязанные катушки индуктивности.
40. Электрические трансформаторы. Линейный трансформатор.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Электрическая цепь. Заряд, ток, напряжение, мощность, энергия. Модели основных линейных элементов цепи (сопротивление, индуктивность, емкость).
2. Законы Ома для мгновенных значений токов и напряжений (пример).
3. Основы топологического описания цепи, топологические элементы (пример).
4. Законы Кирхгофа для мгновенных значений сигналов, система уравнений электрической цепи для мгновенных значений токов и напряжений (пример).
5. Идеальные и реальные источники сигнала.
6. Гармонический и импульсный сигналы. Числовые характеристики (значения) сигналов (примеры).
7. Модель цепи постоянного тока. Расчет цепи постоянного тока на основе закона Ома (пример).
8. Общий метод расчета цепи постоянного тока на основе законов Ома и Кирхгофа (пример).
9. Расчет цепи постоянного тока методом контурных токов (пример).
10. Расчет цепи постоянного тока методом узловых напряжений (пример).
11. Расчет цепи постоянного тока методом наложения (пример).
12. Гармонические ток и напряжение в элементах цепи  $R, L, C$ .
13. Средняя мощность гармонических сигналов в линейном двухполюснике (пример).
14. Векторная диаграмма цепи (пример).
15. Комплексная амплитуда гармонического сигнала (примеры). Операции с комплексными числами (примеры).
16. Законы Ома и Кирхгофа для комплексных амплитуд токов и напряжений (пример).
17. Комплексные сопротивления и проводимости элементов и участка цепи, их характеристики (пример).

18. Расчет гармонических токов и напряжений на основе закона Ома (пример).
19. Общий метод расчета гармонических токов и напряжений по уравнениям Кирхгофа (пример).
20. Расчет гармонических токов и напряжений методом контурных токов (пример).
21. Расчет гармонических токов и напряжений методом узловых напряжений (пример).
22. Расчет гармонических токов и напряжений методом наложения (пример).
23. Расчет гармонических токов и напряжений с помощью теоремы об эквивалентном источнике (пример).
24. Входное и выходное сопротивления четырехполюсника. Согласование четырехполюсника с источником сигнала и нагрузкой (пример).
25. Частотные характеристики четырехполюсника, АЧХ, ФЧХ (пример).
26. Системы параметров четырехполюсника (пример).
27. Частотные фильтры, характеристики избирательности. Фильтры первого порядка (пример).
28. Фильтры RC второго порядка (пример расчета АЧХ и ФЧХ).
29. Входное сопротивление последовательного колебательного контура
30. Ток и напряжения в последовательном контуре, резонансные явления.
31. Вторичные параметры последовательного колебательного контура, обобщенная расстройка.
32. Частотные характеристики последовательного контура.
33. Полоса пропускания и коэффициент прямоугольности последовательного контура.
34. Влияние внутреннего сопротивления источника сигнала и нагрузки на резонансные свойства последовательного контура.
35. Входное сопротивление и проводимость параллельного колебательного контура.
36. Напряжение и токи в параллельном контуре.
37. Частотные характеристики параллельного контура.
38. Влияние сопротивления источника сигнала и нагрузки на резонансные свойства параллельного контура.
39. Электромагнитная индукция. Линейные магнитные цепи переменного тока, магнитосвязанные катушки индуктивности.
40. Электрические трансформаторы. Линейный трансформатор.
41. Ряд Фурье, спектры периодических сигналов, пример.
42. Ряд Фурье в комплексной форме, пример.
43. Мощность периодического сигнала, ширина спектра, пример.
44. Спектры непериодических сигналов, пример.
45. Энергетические характеристики непериодических сигналов, ширина спектра, пример.
46. Классический метод расчета свободных процессов, пример цепи

первого порядка.

47. Классический метод расчета переходных процессов, пример цепи первого порядка.

48. Расчет свободного процесса в последовательном колебательном контуре, режимы свободных колебаний.

49. Операторный метод расчета переходного процесса с **нулевыми** начальными условиями, пример.

50. Операторный метод расчета переходного процесса с **ненулевыми** начальными условиями, пример.

51. Силовая трехфазная сеть переменного тока, ее модели, токи и напряжения в трехфазной цепи.

52. Преобразование «треугольник-звезда» и «звезда-треугольник».

53. Частотный метод анализа воздействия сложного сигнала на линейную цепь, пример.

54. Операторный метод анализа воздействия сложного сигнала на линейную цепь, пример.

55. Переходная и импульсная характеристики цепи, пример.

56. Временной метод анализа воздействия сложного сигнала на линейную цепь, пример.

57. Матричное описание цепи, матрица инцидентий, пример.

58. Описание цепи с помощью графов, дерево графа, пример.

59. Матрицы главных сечений и главных контуров, пример.

60. Матричное описание уравнений по законам Ома и Кирхгофа, пример.

61. Метод переменных состояния, составление уравнений, пример.

62. Системная функция двухполюсника, ее свойства, положительная вещественная функция, пример.

63. Синтез двухполюсника, пример.

64. Системная функция четырехполюсника, ее свойства, пример.

65. Графоаналитический метод расчета нелинейной резистивной цепи, пример.

66. Решение телеграфных уравнений в стационарном режиме гармонических колебаний.

67. Режимы работы длинной линии, диаграммы токов и напряжений, КСВ и КБВ, их расчет.

68. Работа длинной линии на **активную** нагрузку, диаграммы токов и напряжений.

69. Работа длинной линии на **реактивную** нагрузку, диаграммы токов и напряжений.

70. Входное сопротивление длинной линии

71. Свойства отрезков длинной линии.

72. Резонансные явления в длинной линии.

73. Применение длинных линий и их отрезков.

74. Согласование фидера с источником сигнала и нагрузкой.

### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 теоретических вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 5 баллов, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

Зачет проводится в виде опроса по трем лабораторным работам и теоретическому материалу. Максимальное количество набранных баллов – 15.

Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал более 9 баллов и выше - иначе ставится оценка «Незачтено».

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины          | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства  |
|-------|---|--------------------------------|---|
| 1     | Введение  | ОПК-2, ОПК-1                   |   |
| 2     | Основные законы и свойства элементов              | ОПК-2, ОПК-1                   | Защита лабораторных работ   |
| 3     | Топологическое описание цепи.                     | ОПК-2, ОПК-1                   | Тест, защита лабораторных работ,  |
| 4     | Электрические цепи постоянного тока               | ОПК-2, ОПК-1                   | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ                                     |
| 5     | Линейные цепи при гармоническом воздействии       | ОПК-2, ОПК-1                   | Защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту....                           |
| 6     | Метод комплексных амплитуд.                       | ОПК-2, ОПК-1                   | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.... |
| 7     | Расчет с помощью закона Ома, общий метод расчета. | ОПК-2, ОПК-1                   | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.... |
| 8     | Методы расчета сложных цепей                      | ОПК-2, ОПК-1                   | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ,                                    |

|    |   |              |   |
|----|---|--------------|---|
|    |   |              | требования к курсовому проекту....  |
| 9  | Элементы теории четырехполосников.              | ОПК-2, ОПК-1 | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.... |
| 10 | Частотные фильтры.                              | ОПК-2, ОПК-1 | Защита лабораторных работ   |
| 11 | Последовательный колебательный контур.          | ОПК-2, ОПК-1 | Контрольная работа, защита лабораторных работ   |
| 12 | Параллельный колебательный контур.              | ОПК-2, ОПК-1 | Контрольная работа, защита лабораторных работ   |
| 13 | Сложные параллельные колебательные контуры.     | ОПК-2, ОПК-1 | Защита лабораторных работ   |
| 14 | Индуктивно-связанные цепи.                      | ОПК-2, ОПК-1 | Защита лабораторных работ   |
| 15 | Связанные колебательные контуры,                | ОПК-2, ОПК-1 | Защита лабораторных работ   |
| 16 | Спектры периодических сигналов.                 | ОПК-2, ОПК-1 | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.... |
| 17 | Спектры неперiodических сигналов.               | ОПК-2, ОПК-1 | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.... |
| 18 | Переходные процессы                             | ОПК-2, ОПК-1 | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ                                     |
| 19 | Переходные процессы в цепи второго порядка.     | ОПК-2, ОПК-1 | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ                                     |
| 20 | Операторный метод расчета переходных процессов. | ОПК-2, ОПК-1 | Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ                                     |
| 21 | Трехфазные цепи.                                | ОПК-2, ОПК-1 | Тест  |
| 22 | Воздействие негармонических сигналов.           | ОПК-2, ОПК-1 | Защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту....                           |
| 23 | Матричные методы расчета цепей.                 | ОПК-2, ОПК-1 | Тест  |
| 24 | Синтез линейных цепей                           | ОПК-2, ОПК-1 | Тест  |

|    |                                      |              |      |
|----|--------------------------------------|--------------|------|
| 25 | Нелинейные резистивные цепи.         | ОПК-2, ОПК-1 | Тест |
| 26 | Длинная линия                        | ОПК-2, ОПК-1 | Тест |
| 27 | Методы автоматизации проектирования. | ОПК-2, ОПК-1 | Тест |

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

| Рекомендуемая литература |                                    |                                     |                              |                |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|----------------|
| № п/п                    | Авторы, составители.               | Заглавие                            | Годы издания.<br>Вид издания | Обеспеченность |
| Основная литература      |                                    |                                     |                              |                |
| 1                        | Попов В.П.                         | Основы теории цепей. СПб.: Высш.шк. | 2003<br>учебник              | 0,5            |
| 2                        | Литвиненко В.П.,<br>Чернояров О.В. | Основы теории цепей. Часть 1. ВГТУ  | 2016<br>уч. пособие          | 1              |
| 3                        | Литвиненко В.П.                    | Основы теории цепей. Часть 2. ВГТУ  | 2018<br>уч. пособие          | 1              |

|   |                                    |   |                     |      |
|---|------------------------------------|---|---------------------|------|
|   | Литвиненко Ю.В.                    |   |                     |      |
| <b>Дополнительная литература</b>                  |                                    |   |                     |      |
| 1   | Литвиненко В.П.                    | Практикум по расчету линейных электрических цепей. ВГТУ.                                | 2014<br>уч. пособие | 1    |
| 2   | Литвиненко В.П.<br>Литвиненко Ю.В. | Лабораторный практикум по теории цепей. ВГТУ.   | 2014<br>уч. пособие | 1    |
| 3   | Литвиненко В.П.                    | Линейные цепи при гармонических воздействиях. Учебное пособие по курсовой работе. ВГТУ. | 2011<br>уч. пособие | 1    |
| 4   | Литвиненко В.П.<br>Литвиненко Ю.В. | Расчет линейных электрических цепей. ВГТУ.  | 2009<br>уч. пособие | 0,78 |
| <b>Программное обеспечение и интернет ресурсы</b> |                                    |   |                     |      |
| 1   |                                    | АКОС  |                     |      |

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**  
- автоматизированная контролирующая система АКОС.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Дисплейный класс лаборатории – 22 ЭВМ.  
Измерительные приборы: осциллографы С1-55 6 шт, генераторы АНР 1001 – 5 шт., генераторы Г4-43 – 5 шт, вольтметры АВМ-1071 – 5 шт, вольтсетры В7-28 – 5 шт., лабораторные стенды – 5 шт., дополнительные приборы 4 шт.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Основы теории цепей».

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета электрических цепей токов и напряжений. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

| Вид учебных занятий                   | Деятельность студента   |
|---------------------------------------|---|
| Лекция                                | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.                    |
| Практическое занятие                  | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.   |
| Лабораторная работа                   | Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.  |
| Самостоятельная работа                | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul> |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной  |

|  |  |
|--|--|
|  | аттестации. Данные перед экзаменом, зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала. |
|--|--|