

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

"Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Козорез Д.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000205526)

Электротехника и электроника 1

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Направление подготовки                | Автоматизация технологических процессов и производств                    |
| Квалификация выпускника               | Бакалавр   |
| Профиль подготовки                    | Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении) |
| Форма обучения                        | очная<br>(очно, очно-заочное, заочное)                                   |
| Выпускающая кафедра                   | ТАОМ   |
| Обеспечивающая кафедра                | МСиИТ  |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | МСиИТ  |

| Семестр | З.Е. | Трудоемкость, час. | Лекций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час | Экзамен-нов, час. | Форма промежуточног о контроля |
|---------|------|--------------------|--------------|------------------------|----------------------|----------|-------------------|--------------------------------|
| 4       | 4    | 144                | 34           | 12                     | 20                   | 42       | 36                | Э                              |
| Итого   | 4    | 144                | 34           | 12                     | 20                   | 42       | 36                |                                |

Москва

2024

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

## Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

---

Авторы программы:

Уханова А. М.

Заведующий обеспечивающей кафедрой МСиИТ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой  
ТАОМ

Директор выпускающего филиала СТ

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Электротехника и электроника 1 является достижение следующих результатов освоения(РО):

| N | Шифр         | Результат обучения  |
|---|--------------|---|
| 1 | В-4(ОПК-2.3) | Владеть методами решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением знаний электротехники и электроники                |
| 2 | В-5(ОПК-2.1) | Владеть основными методами решения задач электротехники и электроники   |
| 3 | В-5(ОПК-2.2) | Владеть методами использования теории и основных законов электротехники и электроники в профессиональной деятельности                     |
| 4 | З-4(ОПК-2.3) | Знать методы решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением теории и основных законов электротехники и электроники |
| 5 | З-5(ОПК-2.1) | Знать теорию и основные законы электротехники и электроники   |
| 6 | З-5(ОПК-2.2) | Знать и использовать теорию и основные законы электротехники и электроники в профессиональной деятельности                                |
| 7 | У-4(ОПК-2.3) | Уметь применять знания теории и основных законов электротехники и электроники при решении стандартных задач профессиональной деятельности |
| 8 | У-5(ОПК-2.1) | Уметь применять теорию и основные законы для решения задач электротехники и электроники   |
| 9 | У-5(ОПК-2.2) | Уметь использовать теорию и основные законы электротехники и электроники в профессиональной деятельности                                  |

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

| N | Шифр  | Компетенция  |
|---|-------|--|
| 1 | ОПК-2 | Способен применять общеинженерные знания в профессиональной деятельности |

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

| N | Шифр    | Индикатор компетенций   |
|---|---------|---|
| 1 | ОПК-2.1 | Демонстрирует знания теории и основных законов в области общеинженерных дисциплин           |
| 2 | ОПК-2.2 | Использует законы и принципы общеинженерных дисциплин в своей профессиональной деятельности |
| 3 | ОПК-2.3 | Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с применением общеинженерных знаний |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Электротехника и электроника 1 является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

| N | Предшествующие дисциплины         | Последующие дисциплины                |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Инженерная и компьютерная графика | Детали машин и основы конструирования |
| 2 | Общая химия 2                     | Итоговая гос. аттестация              |
| 3 | Сопротивление материалов          |                                       |
| 4 | Теоретическая механика            |                                       |
| 5 | Химия                             |                                       |
| 6 | Теория машин и механизмов         |                                       |

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы), 144 часа(ов).

| Модуль                                      | Раздел   | Лекции    | Практич.<br>занятия | Лаборат.<br>работы | СРС       | Всего<br>часов | Всего с<br>экзаменами<br>и<br>курсовыми |
|---|--|-----------|---------------------|--------------------|-----------|----------------|---|
| Электротехника и электроника 1 (4 семестр). | Основные законы и методы расчета линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока. | 8         | 4                   | 8                  | 9         | 29             | 144                                     |
|   | Электрические цепи переменного тока.   | 16        | 4                   | 4                  | 5         | 29             |   |
|   | Переходные процессы в линейных электрических цепях.  | 4         | 2                   | 4                  | 7         | 17             |   |
|   | Анализ магнитных цепей.  | 6         | 2                   | 4                  | 17        | 29             |   |
| <b>Всего</b>                                |  | <b>34</b> | <b>12</b>           | <b>20</b>          | <b>38</b> | <b>104</b>     | <b>144</b>                              |

### 3.1. Лекции

| №<br>п/п | Раздел дисциплины   | Объем<br>часов | Тема лекции                                    |
|----------|---|----------------|--|
| 1        | 1.1. Основные законы и методы расчета линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока. | 4              | Основные понятия и законы электрических цепей. |

|               |  |           |   |
|---------------|--|-----------|---|
| 2             | 1.1.Основные законы и методы расчета линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока. | 4         | Методы анализа линейных цепей постоянного тока.                         |
| 3             | 1.2.Электрические цепи переменного тока.   | 2         | Основные параметры синусоидально изменяющихся величин.                  |
| 4             | 1.2.Электрические цепи переменного тока.   | 2         | Комплексный (символический) метод анализа цепей переменного тока.       |
| 5             | 1.2.Электрические цепи переменного тока.   | 4         | Резонансные явления в цепях гармонического тока.                        |
| 6             | 1.2.Электрические цепи переменного тока.   | 4         | Основные определения и классификация четырехполюсника.                  |
| 7             | 1.2.Электрические цепи переменного тока.   | 4         | Трехфазные цепи.  |
| 8             | 1.3.Переходные процессы в линейных электрических цепях.  | 2         | Причины возникновения и основные принципы анализа переходных процессов. |
| 9             | 1.3.Переходные процессы в линейных электрических цепях.  | 2         | Переходные процессы в RL и RC цепях.                                    |
| 10            | 1.4.Анализ магнитных цепей.  | 2         | Основные магнитные величины и свойства ферромагнитных материалов.       |
| 11            | 1.4.Анализ магнитных цепей.  | 2         | Основные законы магнитных цепей.  |
| 12            | 1.4.Анализ магнитных цепей.  | 2         | Методы расчета магнитных цепей.   |
| <b>Итого:</b> |  | <b>34</b> |   |

### 3.2. Содержание лекций

#### 1.1.1. Основные понятия и законы электрических цепей. (АЗ: 4, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Элементы цепи и её топологические параметры. Схемы замещения источников питания и их взаимное преобразование. Законы Ома. Законы Кирхгофа. Классификация цепей. Баланс мощностей.

#### 1.1.2. Методы анализа линейных цепей постоянного тока. (АЗ: 4, СРС: 2)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Эквивалентные преобразования участков цепи (последовательное, параллельное, смешанное, звезда-треугольник, треугольник-звезда). Метод законов Кирхгофа. Потенциальная диаграмма. Метод контурных токов. Метод узловых напряжений. Метод эквивалентного генератора. Графический метод анализа простейших цепей постоянного тока с нелинейными элементами.

**1.2.1. Основные параметры синусоидально изменяющихся величин. (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Представление ( в виде временных диаграмм, векторов, комплексных чисел) гармонических функций. Среднее и действующее значение гармонических величин. Метод расчета с использованием векторных диаграмм. Анализ электрических процессов в цепях с резистивным, индуктивным и емкостным элементами. Треугольники сопротивлений и проводимости ветви. Мощности в цепях гармонического тока. Коэффициент мощности цепи.

**1.2.2. Комплексный (символический) метод анализа цепей переменного тока. (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.2.3. Резонансные явления в цепях гармонического тока. (АЗ: 4, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.2.4. Основные определения и классификация четырехполюсника. (АЗ: 4, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.2.5. Трехфазные цепи. (АЗ: 4, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Способы изображения и соединения фаз трехфазного источника питания. Фазные и линейные напряжения. Трехпроводные и четырехпроводные соединения приемников звездой. Трехпроводные соединения приемников треугольником. Мощности в трехфазной цепи.

**1.3.1. Причины возникновения и основные принципы анализа переходных процессов. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.3.2. Переходные процессы в RL и RC цепях. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.4.1. Основные магнитные величины и свойства ферромагнитных материалов. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

#### **1.4.2. Основные законы магнитных цепей. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

#### **1.4.3. Методы расчета магнитных цепей. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

### **3.3. Практические занятия**

| № п/п         | Раздел дисциплины  | Объем часов | Наименование практического занятия  |
|---------------|--|-------------|---|
| 1             | 1.1.Основные законы и методы расчета линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока. | 4           | Анализ электрического состояния электрических цепей постоянного тока. Анализ цепей синусоидального тока методом векторных диаграмм.     |
| 2             | 1.2.Электрические цепи переменного тока.   | 4           | Анализ цепей синусоидального тока с использованием символического метода (комплексных чисел). Расчет трехфазных электрических цепей.    |
| 3             | 1.3.Переходные процессы в линейных электрических цепях.  | 2           | Определение параметров пассивных четырехполюсников. Анализ переходных процессов в линейных цепях классическим методом.                  |
| 4             | 1.4.Анализ магнитных цепей.  | 2           | Анализ неразветвленных магнитных цепей. Определение параметров трансформатора по каталожным данным и построение внешней характеристики. |
| <b>Итого:</b> |  | <b>12</b>   |   |

### **3.4. Содержание практических занятий**

#### **1.1.1. Анализ электрического состояния электрических цепей постоянного тока. Анализ цепей синусоидального тока методом векторных диаграмм. (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

#### **1.2.1. Анализ цепей синусоидального тока с использованием символического метода (комплексных чисел). Расчет трехфазных электрических цепей. (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

#### **1.3.1. Определение параметров пассивных четырехполюсников. Анализ переходных процессов в линейных цепях классическим методом. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.4.1. Анализ неразветвленных магнитных цепей. Определение параметров трансформатора по каталожным данным и построение внешней характеристики. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**3.5. Лабораторные работы**

| № п/п         | Раздел дисциплины  | Объем часов | Наименование лабораторной работы  |
|---------------|--|-------------|---|
| 1             | 1.1.Основные законы и методы расчета линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока. | 4           | Измерение электрических величин и параметров элементов электрических цепей (часть 1). |
| 2             | 1.1.Основные законы и методы расчета линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока. | 4           | Измерение электрических величин и параметров элементов электрических цепей (часть 2). |
| 3             | 1.2.Электрические цепи переменного тока.   | 4           | Резонансы в электрических цепях. Пассивный четырёхполюсник.                           |
| 4             | 1.3.Переходные процессы в линейных электрических цепях.  | 4           | Переходные процессы в электрических цепях 1-го и 2-го порядков (часть 1).             |
| 5             | 1.4.Анализ магнитных цепей.  | 4           | Однофазный трансформатор. Двигатель постоянного тока.                                 |
| <b>Итого:</b> |  | <b>20</b>   |   |

**3.6.Содержание лабораторных работ**

**1.1.1. Измерение электрических величин и параметров элементов электрических цепей (часть 1). (АЗ: 4, СРС: 1)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**1.1.2. Измерение электрических величин и параметров элементов электрических цепей (часть 2). (АЗ: 4, СРС: 0)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**1.2.1. Резонансы в электрических цепях. Пассивный четырёхполюсник. (АЗ: 4, СРС: 1)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**1.3.1. Переходные процессы в электрических цепях 1-го и 2-го порядков (часть 1). (АЗ: 4, СРС: 1)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**1.4.1. Однофазный трансформатор. Двигатель постоянного тока. (АЗ: 4, СРС: 1)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**3.7. Курсовые работы и проекты по дисциплине**



## 1.1. Курсовая работа

Тематика:

Трудоемкость(СРС): 4

Прикрепленные файлы: элек.pdf

## 3.8. Промежуточная аттестация

1. Экзамен (4 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (4 семестр).pdf, Вопросы ЭЭ1оч 4 семестр.pdf

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

| 100-балльная шкала | Результат освоения        |
|--------------------|---------------------------|
| менее 40           | Критерий не сформирован   |
| 41-70              | Критерий четко не выражен |
| 71-100             | Критерий выражен четко    |

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

| 100-балльная шкала | Результат освоения  |
|--------------------|---|
| менее 30           | обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании  |
| 31-50              | обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено |
| 51-80              | задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи        |
| 81-100             | задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу   |

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

| <b>N</b> | <b>Шифр</b> | <b>Компетенция</b>   | <b>Этапы формирования компетенции</b>  |
|----------|-------------|--|--|
| 1        | ОПК-2       | Способен применять общепрофессиональные знания в профессиональной деятельности | <p>Владеть методами решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением знаний электротехники и электроники</p> <p>Владеть основными методами решения задач электротехники и электроники</p> <p>Владеть методами использования теории и основных законов электротехники и электроники в профессиональной деятельности</p> <p>Знать методы решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением теории и основных законов электротехники и электроники</p> <p>Знать теорию и основные законы электротехники и электроники</p> <p>Знать и использовать теорию и основные законы электротехники и электроники в профессиональной деятельности</p> <p>Уметь применять знания теории и основных законов электротехники и электроники при решении стандартных задач профессиональной деятельности</p> <p>Уметь применять теорию и основные законы для решения задач электротехники и электроники</p> <p>Уметь использовать теорию и основные законы электротехники и электроники в профессиональной деятельности</p> <p>Семестр - 4</p> |

### Вопросы к промежуточной аттестации

"Электротехника и электроника 1"

#### 1. Экзамен (4 семестр)

**Прикрепленные файлы:** Экзамен (4 семестр).pdf, Вопросы ЭЭ1оч 4 семестр.pdf

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### а) Основная литература:

- 1 Атабеков Г.И. Основы теории цепей. Изд. "Лань" 2012г.
- 2 Белецкий Л.Ф. Теория линейных электрических цепей. Изд. "Лань" 2012 г.
- 3 Ефимов И.Е. Козырь И.Я. Основы микроэлектроники. Изд. "Лань" 2012г.

*б) Дополнительная литература:*

**7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ  
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ  
«ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

| Наименование ресурса  | Интернет-ссылка на ресурс  |
|---|--|
| <b>"ZNANIUM.COM"</b>  |  |
| Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г                    | <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>  |
| Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г                         | <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>  |
| Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г                         |  |
| <b>ООО "Издательство Лань"</b>  |  |
| Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г          | <a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>   |
| Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022                     |  |
| Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15 »_09. 2021г. по « 14» 09.2024                 |  |
| Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г          |  |
| Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023                     |  |
| <b>ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"</b>   |  |
| Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"   | <a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> ,<br><a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a> |
| Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>  |
| Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г    | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>  |
| Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г       | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>  |

|   |   |
|---|---|
| Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО  | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>                                     |
| Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г   |   |
| Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО   |   |
| <b>Электронная библиотека МАИ</b>   |   |
| Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ) | <a href="https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web">https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web</a> |
| <b>Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России</b>  |   |
| Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно       |   |
| <b>Библиотека РФФИ</b>  |   |
| Библиотека РФФИ   | <a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>   |
| <b>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</b>   |   |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам  | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                             |
| <b>Polpred.com</b>  |   |
| Polpred.com. Обзор СМИ  | <a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>                                   |
| <b>ООО "РУНЭБ"</b>  |   |
| Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028   | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>                                   |
| Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039   |   |
| Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030   |   |
| <b>ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"</b>  |   |
| Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г  | <a href="http://text.rucont.ru/">http://text.rucont.ru/</a>                           |
| Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г   | <a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>                         |
| Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г   | <a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>                         |

| ФГБУ "РГБ"   |  |
|--|--|
| Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ" РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023   | <a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>  |
| НП НЭИКОН  |  |
| Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением<br>Национальная подписка на-2021 г с РФФИ<br>Государственного задания № 075-00011-20-00<br>Web Of Science- <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a><br>Scopus- <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a><br>Elsevier- <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> ,<br><a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a> ,<br><a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections</a> ,<br><a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</a><br><br>Математическая база данных zbMATH:<br><a href="http://zbMATH.org">http://zbMATH.org</a> | <a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a><br><br><a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a><br><a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a><br><a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> ,<br><a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a> ,<br><a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections</a> ,<br><a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</a><br><a href="http://rd.springer.com">http://rd.springer.com</a> ,<br><a href="http://www.springerprotocols.com">http://www.springerprotocols.com</a><br><a href="http://zbMATH.org">http://zbMATH.org</a> |
| American Chemical Society (ACS)-<br><a href="https://www.acs.org/content/acs/en.html">https://www.acs.org/content/acs/en.html</a><br>American Institute of Physics (AIP)-<br><a href="https://www.scitation.org/">https://www.scitation.org/</a><br>American Physical Society- <a href="https://journals.aps.org/about">https://journals.aps.org/about</a><br>EBSCO Publishing (База CASC)-<br><a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a><br>Cambridge University Press (CUP)-<br><a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a><br>IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a><br>INSPEC компании EBSCO- INSPEC<br>Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing-<br><a href="https://iopscience.iop.org/">https://iopscience.iop.org/</a>   | <a href="https://www.acs.org/content/acs/en.html">https://www.acs.org/content/acs/en.html</a><br><a href="https://www.scitation.org/">https://www.scitation.org/</a><br><a href="https://journals.aps.org/about">https://journals.aps.org/about</a><br><a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a><br><a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a><br><a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a><br><a href="https://iopscience.iop.org/">https://iopscience.iop.org/</a>  |
| MathSciNet American Mathematical Society-<br><a href="https://www.ams.org/home/page">https://www.ams.org/home/page</a>   | <a href="https://www.ams.org/home/page">https://www.ams.org/home/page</a>  |

|   |  |
|---|--|
| Optical Society of America (OSA)-<br><a href="https://www.osapublishing.org/about.cfm">https://www.osapublishing.org/about.cfm</a>  | <a href="https://www.osapublishing.org/about.cfm">https://www.osapublishing.org/about.cfm</a>  |
| Oxford University Press-<br><a href="https://academic.oup.com/journals/">https://academic.oup.com/journals/</a>   | <a href="https://academic.oup.com/journals/">https://academic.oup.com/journals/</a>  |
| ProQuest Dissertations & Theses Global-<br><a href="https://search.proquest.com/index">https://search.proquest.com/index</a>  | <a href="https://search.proquest.com/index">https://search.proquest.com/index</a>  |
| ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL-<br><a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>  | <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>  |
| SAGE Publication- <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>   | <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>  |
| Annual Reviews Science Collection (AR)-<br><a href="https://www.annualreviews.org">https://www.annualreviews.org</a>  | <a href="https://www.annualreviews.org">https://www.annualreviews.org</a>  |
| JSTOR- <a href="http://www.jstor.org">www.jstor.org</a>   | <a href="http://www.jstor.org">www.jstor.org</a>   |
| Wiley. John Wiley & Sons.-<br><a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>   | <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com</a>   |
| <b>Национальная подписка на 2022 г с РФФИ<br/>Государственного задания<br/>Springer Nature:</b>   |  |
| 1. eBook Collection: журналы, книги -<br><a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a>  | <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a>  |
| 2. Коллекция журналов и базы данных Springer<br>Nature: <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a>   |  |
| <b>Begell House Inc.</b><br><a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a>   | <a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a>                                  |
| <b>China Academic Journals</b>   (CD Edition) Electronic<br>Publishing House Co., Ltd: <a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a>  | <a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a>  |
| <b>Institute of Electrical and Electronics Engineers:</b><br><a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a> ;<br><a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a> | <a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a> ;<br><a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a> |
| <b>EBSCO.</b>   <a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a>   | <a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a>  |
| <b>INSPEC:</b>  |  |
| 1. База данных Academic Search Premier  |  |
| 2. База данных eBook Academic Collection  |  |
| 3. eBook EngineeringCore Collection   |  |
| <b>ORBIT Intelligence</b>   - база данных QUESTEL:<br><a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>   | <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>  |
| <b>SAGE</b>   <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>   | <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>  |
| <b>Publication:</b>   |  |
| <b>Wiley:</b>   <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>   | <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>  |

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

***Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:***

Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Security

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

(Ауд. 310) Лаборатория электротехники имеет 2 стенда типа МЭЛ-2 и 2 стенда испытания электрических машин, предназначенных для выполнения лабораторных работ №№ 1,2,3, 4, 5,6,7,8,9,10 (см п. 5).

10.2. (Ауд. 210) Дисплейный класс (10 компьютеров, объединенных в локальную сеть) для выполнения на моделях всех запланированных лабораторных работ по дисциплине (см. п. 5) с использованием программных сред LabWorks и Mathcad 13, и контрольного тестирования знаний.



### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина "Электротехника и электроника 1" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств". Дисциплина реализуется на "Московского авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-2.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: - усвоением основных понятий, явлений и законов электротехники и электроники, а также овладение основными методами анализа электротехнических и электронных устройств;

- формированием у студентов научного мышления, правильного понимания границ применимости различных электромагнитных законов, теорий, и владения методами оценки степени достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных и математических методов исследования на моделях электротехнических и электронных устройств;
- выработкой у студентов владения инженерными приемами и навыками решения конкретных задач электротехники и электроники, которые помогут в дальнейшем в решении инженерных задач по выбранному профилю подготовки;
- выработкой у студентов навыков: проведения экспериментальных исследований электромагнитных явлений, имеющих место в электротехнических цепях и электронных устройствах, как на натурных стендах, так и вычислительных экспериментов на компьютере, а также владения методами оценки точности и применимости полученных результатов; сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации в области электротехники и электроники, в том числе использования электронных изданий и ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- выработкой умений применять математические методы моделирования и анализа электронных устройств с использованием программных сред типа Multisim, Labview, Matlab и других;
- созданием у студентов достаточно широкой подготовки в области электротехники и электроники, которая позволит в дальнейшем осуществить специализацию по выбранному профилю и направлению подготовки.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Экзамен (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (34 часов), практические (12 часов), лабораторные (20 часов) занятия и (42 часов) самостоятельной работы студента.

**Приложение 2**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Электротехника и электроника 1»**

**Прикрепленные файлы**

**элек.pdf**

**Вопросы ЭЭ1оч 4 семестр.pdf**

**Экзамен (4 семестр).pdf**

Задание выдает преподаватель лично каждому студенту

**Вопросы, выносимые на зачет:**

1. Пассивные элементы цепей и их характеристики.
2. Активные элементы цепей и их характеристики.
3. Расчет цепей постоянного тока методом преобразования схемы.
5. Методика расчета токов в сложной цепи постоянного тока одним из методом (методом законов Кирхгофа, контурных токов. узловых напряжений).
6. Основные величины, характеризующие синусоид. функции, и способы их отображения.
7. Среднее и действующее значения синусоидальных функций.
8. Анализ процессов в  $RL$ -,  $RC$ -,  $RLC$ -цепи синусоидального тока.
9. Три вида мощности в цепях синусоидального тока.
10. Методика расчета тока и мощностей в последовательной  $RL$ -,  $RC$ -,  $RLC$ -цепи комплексным методом.
11. Расчет токов в цепи переменного тока при параллельном включении приемников.
12. Резонанс напряжений (РН) и его особенности.
13. Резонанс токов (РТ) и его особенности.
14. Четырехполосники: определение, классификация, система уравнений в  $A$ -форме. Физический смысл и размерности  $A$ -коэффициентов.
15.  $T$ - и  $P$ -образные схемы замещения четырехполосников и их связь с  $A$ -коэффициентами.
16. Понятие о переходных процессах (ПП) в электрических цепях и их особенности. Вид кривых ПП и практическое время ПП.
17. Правила коммутации. Начальные условия при решении дифференциальных уравнений, описывающих ПП в линейной электрической цепи.
18. Расчёт ПП классическим методом при подключении источника энергии с постоянной ЭДС: а) к  $RL$  - цепи; б) к  $RC$ -цепи; в) к  $RLC$ -цепи.
19. Операторный (Лапласа) метод расчёта ПП в электрических цепях. Закон Ома и законы Кирхгофа в операторной форме.
20. Расчёт ПП операторным методом в линейной электрической цепи с одним накопителем.
21. Расчёт ПП в последовательной  $RLC$ -цепи операторным методом: а) при вещественных и кратных полюсах; б) при комплексно-сопряжённых полюсах.
22. Передаточная (схемная)  $H(p)$  функция цепи. Пример определения  $H(p)$ . Комплексная передаточная функция цепи (комплексный коэффициент передачи цепи).
23. АЧХ и ФЧХ цепи. Виды представления (нормированные, логарифмические).
24. Анализ цепей при периодических несинусоидальных сигналах (порядок расчёта цепи). Формы записи ряда Фурье: амплитудно-фазовая,

тригонометрическая, в комплексной форме. Формулы расчёта амплитуд и фаз гармоник.

25. Среднее и действующее значения периодического несинусоидального сигнала. Активная, реактивная и полная мощности периодического несинусоидального сигнала. Мощность искажения. Коэффициенты, характеризующие периодический несинусоидальный сигнал.

26. Основные принципы и теоремы, лежащие в основе расчёта и работы электромагнитных устройств: (принцип непрерывности электрического тока и магнитного потока; закон полного тока; закон электромагнитной индукции; закон Ампера).

27. Расчет неоднородной неразветвленной магнитной цепи: а) прямая задача; б) обратная задача.

28. Назначение и классификация электрических аппаратов (электромагнитные реле, контакторы и пускатели, тепловое реле).

29. Назначение, устройство и принцип работы двухобмоточного трансформатора.

30. Анализ работы трансформатора (Тр) при ХХ и нагруженного Тр. Внешняя характеристика Тр.

31. Опыты ХХ и КЗ трансформатора.

32. Назначение, устройство и принцип действия асинхронного двигателя (АД).

33. Скольжение. Частота ЭДС статора и ротора. Схема замещения обмотки ротора и статора.

34. Вращающий момент АД. Зависимость момента от скольжения, т. е.  $M = f(S)$ .

35. Механическая и рабочие характеристики АД. Пуск в ход АД. Реверсирование АД.

36. Назначение, устройство и принцип действия генератора постоянного тока (ГПТ). Способы возбуждения ГПТ. ЭДС якоря. Внешние характеристики ГПТ.

37. Назначение, устройство и принцип действия двигателя постоянного тока (ДПТ). Вращающий момент ДПТ.

38. Механическая и рабочие характеристики ДПТ. Способы регулирования частоты вращения ДПТ.

39. Назначение, устройство и принцип действия синхронного генератора (СГ). Способы возбуждения СГ. ЭДС якоря, реакция якоря.

40. Устройство, принцип действия и характеристики синхронного двигателя. Работа синхронного двигателя в качестве компенсатора реактивной мощности.

41. Классификация микромашин. Универсальный коллекторный двигатель.

42. Микромашины постоянного тока.

43. Асинхронные и синхронные микромашины.

**Тематика типовых задач по разделам 1, 2, 3 и 4 дисциплины, выносимых на зачет:**

1. Расчет токов в сложной цепи с использованием правила делителя тока.
2. Расчет токов в двухконтурной цепи постоянного тока одним из указанных методов: методом преобразования, ЗК, МКТ, МУН, МЭГ.
4. Расчет токов в цепи переменного тока с последовательным или параллельным соединением двух-трех пассивных элементов ( $R$ ,  $L$  и  $C$ ) комплексным методом с построением векторной диаграммы токов и напряжений.
5. Расчет параметров и построение частотных характеристик в цепи при резонансе напряжений.
6. Расчет  $A$ -коэффициентов простейших четырехполюсников.
7. Дана цепь с одним накопителем энергии в виде четырёхполюсника (с двумя или тремя элементами, один из которых является накопителем энергии):
  - а) найти классическим или операторным (Лапласа) методом и построить график выходной величины (напряжения или тока) при подключении цепи к источнику с постоянной ЭДС;
  - б) найти передаточную функцию цепи и на её основе рассчитать и построить АЧХ И ФЧХ цепи.

**Вопросы, выносимые на экзамен:**

1. Пассивные элементы цепей и их характеристики.
2. Активные элементы цепей и их характеристики.
3. Расчет цепей постоянного тока методом преобразования схемы.
5. Методика расчета токов в сложной цепи постоянного тока одним из методов (методом законов Кирхгофа, контурных токов, узловых напряжений).
6. Основные величины, характеризующие синусоидальные функции, и способы их отображения.
7. Среднее и действующее значения синусоидальных функций.
8. Анализ процессов в  $RL$ -,  $RC$ -,  $RLC$ -цепи синусоидального тока.
9. Три вида мощности в цепях синусоидального тока.
10. Методика расчета тока и мощностей в последовательной  $RL$ -,  $RC$ -,  $RLC$ -цепи комплексным методом.
11. Расчет токов в цепи переменного тока при параллельном включении приемников.
12. Резонанс напряжений (РН) и его особенности.
13. Резонанс токов (РТ) и его особенности.
14. Четырехполюсники: определение, классификация, система уравнений в  $A$ -форме. Физический смысл и размерности  $A$ -коэффициентов.
15.  $T$ - и  $P$ -образные схемы замещения четырехполюсников и их связь с  $A$ -коэффициентами.
16. Понятие о переходных процессах (ПП) в электрических цепях и их особенности. Вид кривых ПП и практическое время ПП.
17. Правила коммутации. Начальные условия при решении дифференциальных уравнений, описывающих ПП в линейной электрической цепи.
18. Расчет ПП классическим методом при подключении источника энергии с постоянной ЭДС: а) к  $RL$ -цепи; б) к  $RC$ -цепи; в) к  $RLC$ -цепи.
19. Основные принципы и теоремы, лежащие в основе расчета и работы электромагнитных устройств: (принцип непрерывности электрического тока и магнитного потока; закон полного тока; закон электромагнитной индукции; закон Ампера).
20. Расчет неоднородной неразветвленной магнитной цепи: а) прямая задача; б) обратная задача.
21. Назначение, устройство и принцип работы двух-обмоточного трансформатора.
22. Анализ работы трансформатора (Тр.) при ХХ и нагруженного Тр. Внешняя характеристика Тр.
23. Опыты ХХ и КЗ трансформатора.