

ПРАВИТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА  
КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное  
учреждение «Электромашиностроительный колледж»  
(СПб ГБПОУ ЭМК)

Методические указания  
по выполнению практических работ  
ОП.02 «Основы электротехники»

15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Санкт-Петербург  
2024

Методические указания к практическим занятиям разработаны в соответствии с рабочей программы дисциплины ОП.02 Основы электротехники

Организация-разработчик: Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Электромашиностроительный колледж».

Разработчик(и): Михлина Ирина Вильевна, преподаватель Санкт-Петербургского государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Электромашиностроительный колледж».

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании методической комиссии общепрофессиональных дисциплин, протокол от 08.04.2024 № 1; на заседании методического совета протокол от 09.04.2024 № 1.

Рассмотрена и принята к утверждению на заседании Педагогического совета, протокол от 10.04.2024 № 1.

## Содержание

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ .....**Ошибка! Закладка не определена.**
2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ, ЗАДАНИЙ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ..... 11
4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ..... 11

**Перечень практических работ по дисциплине «Основы электротехники»**

№ раздела, темы	Освоение умений в процессе занятия, формируемые компетенции	Тема практической работы	Кол-во часов
<i>Тема 1</i>	рассчитывать основные параметры простых электрических цепей постоянного тока	Расчет простой электрической цепи	2
<i>Тема 1</i>	рассчитывать основные параметры простых электрических цепей переменного тока; читать принципиальные электрические схемы	Расчет сложной электрической цепи	1
<i>Тема 2</i>	свойства магнитного поля	Расчет магнитных цепей	1
<i>Тема 3</i>	пускать и останавливать электродвигатели, установленные на эксплуатируемом оборудовании;	Анализ процессов в цепи синусоидального тока при последовательном соединении элементов R, L, C.	2
<i>Тема 3</i>	аппаратуру защиты электродвигателей	Расчет мощности в цепях переменного тока	2
<i>Тема 4</i>	Электроизмерительные приборы (амперметр, вольтметр), их устройство, принцип действия и правила включения в электрическую цепь;	Расчет погрешностей измерительных приборов	1
<i>Тема 7</i>	Правила пуска, остановки электродвигателей,	Составление таблицы «Сравнительная характеристика синхронного и асинхронного двигателя	1

№ раздела, темы	Освоение умений в процессе занятия, формируемые компетенции	Тема практической работы	Кол-во часов
	установленных на эксплуатируемом оборудовании;		

### **Практическая работа № 1 «Расчет простой электрической цепи»**

Цель: Закрепить соответствие основных электротехнических параметров и их обозначение с единицами измерения. освоить методику расчета простых цепей постоянного тока методом преобразования схем.

Необходимые оборудование и материалы:

1. Учебно-методическая литература:
  - Бутырин П.А. Электротехника. Учебник.– М.: ОИЦ «Академия», 2017.
  - Прошин В.М. Электротехника– М.: ОИЦ «Академия», 2017.

Задание:

1. Начертить в тетради таблицу, состоящую из 5 столбцов и 12 строк:

Номер	Название	Обозначение	Единицы измерения	Основные формулы

2. Заполнить таблицу, используя только **электротехнические** параметры (длина, площадь поперечного сечения к ним не относятся).

3. Указать связь между основными, кратными и дольными единицами измерения.

4. Начертить в тетради принципиальную схему участка цепи из карточки задания

5. Разделить схему на отдельные простые участки, двигаясь справа налево.

6. Вычислить сопротивление отдельных участков цепи.

7. Найти общее (эквивалентное) сопротивление цепи.

8. Найти силу тока или напряжение цепи, в зависимости от варианта задания.

9. Найти падение напряжения на одном из указанных элементов.

10. Вычислить мощность, выделяемую на указанном элементе.

Контрольные вопросы:

1. Назовите 2 электротехнических параметра с одинаковой единицей измерения.
2. Перечислите все законы, по которым можно вычислить силу тока в электрической цепи.

3. В каких единицах измеряется сила тока, сопротивление, мощность? Какими символами обозначается?
4. В каких единицах измеряется проводимость? Какая связь между проводимостью и сопротивлением?
5. Как соединяются потребители при последовательном соединении?
6. Как соединяются потребители при параллельном соединении?
7. Запишите формулы для расчета сопротивления при последовательном и параллельном соединении.
8. В чем заключается закон Ома для участка цепи и для полной цепи?
9. Сформулируйте 1 и 2 законы Кирхгофа.
10. Как рассчитать мощность на отдельном потребителе?

### **Практическая работа №2 «Расчет сложных электрических цепей»**

Цель: изучить зависимость емкостного и индуктивного сопротивлений от частоты переменного тока и параметров элементов.

Необходимые оборудование и материалы:

1. Учебно-методическая литература:
  - Бутырин П.А. Электротехника. Учебник.– М.: ОИЦ «Академия», 2017.
  - Прошин В.М. Электротехника– М.: ОИЦ «Академия», 2017.
2. Справочная литература:
  - Таблица «Удельное сопротивление материалов»
  - Таблица «Основные параметры электротехники»

Задание:

1. Внимательно прочтите условие задачи в карточке.
2. Определите тип нагрузки (активная, индуктивная, емкостная)
3. Приведите формулы для расчета сопротивления.
4. Укажите связь между линейной, угловой частотой и периодом.
5. Укажите сдвиг фаз между током и напряжением для каждого типа нагрузки.
6. Укажите связь между амплитудным и действующим значением тока (напряжения).
7. Запишите закон Ома для участка цепи.
8. Выполните необходимые вычисления и оформите ответ в тетради.

Контрольные вопросы:

1. Почему емкостное сопротивление уменьшается с увеличением частоты переменного ток а, индуктивное сопротивление – увеличивается?
2. Какова разница фаз между током и напряжением для катушки и конденсатора?
3. В каких единицах измеряются емкостное и индуктивное сопротивление?
4. Как выражается связь между линейной и угловой частотой?
5. Какова разница фаз между током и напряжением при активной нагрузке?

### **Практическая работа №3. Расчет магнитных цепей**

Цель: научиться рассчитывать магнитные цепи

Необходимые оборудование и материалы:

1. Учебно-методическая литература:

- Бутырин П.А. Электротехника. Учебник.– М.: ОИЦ «Академия», 2017.
- Прошин В.М. Электротехника– М.: ОИЦ «Академия», 2017.

2. Справочная литература:

- Таблица «Основная кривая намагничивания листовой электротехнической стали»

Задание:

1. Провести среднюю магнитную линию и по ней цепь разбивают на однородные участки.
2. Определить геометрические размеры участков ( длину  $l$  и сечение  $S$ ).
3. По заданному значению магнитной индукции определить магнитный поток ( для разветвленной магнитной цепи два потока).

$$\Phi = B_n * S$$

4. Найти магнитные индукции остальных участков.

$$B_n = \Phi / S_n$$

5. Определить необходимую напряженность магнитного поля  $H$ , для участков из ферромагнитного материала по кривым намагничивания, а для воздушных зазоров по формуле:

$$H = B / \mu_0,$$

где  $\mu_0 = 4 \pi * 10^{-7}$  Гн/м.

5. Складывая магнитные напряжения всех участков, по закону полного тока определить намагничивающую силу, необходимую для создания в данной магнитной цепи потока  $\Phi$ .

$$IW = H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_3 l_3 + \dots + H_n l_n$$

6. Определить ток или число витков обмотки, исходя из значения намагничивающей силы  $IW$ .

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте и запишите математическое выражение закона Ампера. Для чего применяется правило левой руки? Сформулируйте это правило.

2. Что называют магнитной цепью? Какие цепи называют разветвленными? Неразветвленными?

3. Дайте понятие абсолютной магнитной проницаемости. Приведите её численное значение. Что понимают под относительной магнитной проницаемостью среды? На какие группы можно разделить все вещества, используя понятие относительной магнитной проницаемости?

4. Сформулируйте закон Ома для магнитной цепи. Для расчета какого типа цепей он применяется?

5. Что называют магнитным потоком? Назовите основную единицу измерения магнитного потока  $\Phi$ .

6. Что понимают под магнитным сопротивлением? В каких единицах измеряется магнитное сопротивление? Почему в магнитных цепях целесообразно сокращать воздушные зазоры?

7. Дайте определение вектора магнитной индукции  $B$ . Опишите способы определения направления вектора  $B$ . Назовите основную единицу измерения для вектора  $B$ .

8. Что называют магнитным напряжением? Намагничивающей силой? В каких единицах они измеряются. Сформулируйте закон полного тока

**Практическая работа № 4** Анализ процессов в цепи синусоидального тока при последовательном соединении элементов R, L, C

Цель: изучить зависимость емкостного и индуктивного сопротивлений от частоты переменного тока и параметров элементов.

Необходимое оборудование и материалы

1. Учебно-методическая литература:

- Бутырин П.А. Электротехника. Учебник.– М.: ОИЦ «Академия», 2017.
- Прошин В.М. Электротехника– М.: ОИЦ «Академия», 2017.

2. Справочная литература:

- Таблица «Основные параметры электрической цепи переменного тока»

Задание:

1. Внимательно прочтите условие задачи в карточке.
2. Определите тип нагрузки (активная, индуктивная, емкостная)
3. Приведите формулы для расчета сопротивления.
4. Укажите связь между линейной, угловой частотой и периодом.
5. Укажите сдвиг фаз между током и напряжением для каждого типа нагрузки.
6. Укажите связь между амплитудным и действующим значением тока (напряжения).
7. Запишите закон Ома для участка цепи.
8. Выполните необходимые вычисления и оформите ответ в тетради.

Вопросы

1. Почему емкостное сопротивление уменьшается с увеличением частоты переменного тока  $\omega$ , индуктивное сопротивление – увеличивается?
2. Какова разница фаз между током и напряжением для катушки и конденсатора?
3. В каких единицах измеряются емкостное и индуктивное сопротивление?
4. Как выражается связь между линейной и угловой частотой?
5. Какова разница фаз между током и напряжением при активной нагрузке?

**Практическое занятие № 5** «Расчет мощности в цепях переменного тока»

Цель: научиться выполнять расчет мощности в трехфазных и однофазных цепях переменного тока.

Необходимые оборудование и материалы:

1. Учебно-методическая литература:
  - Бутырин П.А. Электротехника. Учебник.– М.: ОИЦ «Академия», 2017.

- Прошин В.М. Электротехника– М.: ОИЦ «Академия», 2017.
2. Справочная литература:
- Таблица «Основные параметры электрической цепи переменного тока»

Задание:

1. Внимательно прочтите условие задачи в карточке.
2. Определите тип соединения (звезда-треугольник)
3. Приведите формулы для расчета фазного и линейного напряжения в зависимости от типа соединения.
4. Приведите формулы для расчета фазного и линейного тока в зависимости от типа соединения.
5. Запишите закон Ома для участка цепи.
8. Выполните необходимые вычисления и оформите ответ в тетради.

Контрольные вопросы:

1. Какую систему переменного тока называют трехфазной?
2. Что такое фазное напряжение?
3. Что такое линейное напряжение?
4. Какая схема соединения обмоток генератора является четырехпроводной?
5. Для чего в схеме «звезда» нужен нулевой провод?
6. Как соединят провода в системе «звезда»?
7. Как соединяют провода в системе «треугольник»?

### ***Практическое занятие №6. «Вычисление погрешностей измерительных приборов»***

Цель: научиться вычислять погрешность измерительных приборов

Необходимое оборудование и материалы:

1. Учебно-методическая литература:
- Бутырин П.А. Электротехника. Учебник.– М.: ОИЦ «Академия», 2017.
  - Прошин В.М. Электротехника– М.: ОИЦ «Академия», 2017.

2. Справочная литература:  
Таблица «Основные параметры электрической цепи переменного тока»

Примеры решения типовых задач:

1. Напряжение на входе электрической цепи, в которой 3 сопротивления соединены последовательно, составляет 140 В. Сопротивления  $R_1=1$  КОм,  $R_2=2$  КОм,  $R_3=500$  Ом. Напряжение на резисторе  $R_2$   $U=70$  В. Вычислите внутреннее сопротивление вольтметра, подключенного к  $R_2$ , и его абсолютную погрешность измерения. Какое значение тока показал бы миллиамперметр при отсутствии вольтметра?

Решение.

Вычислим значение тока, которое показал бы миллиамперметр при отсутствии вольтметра. По закону Ома  $I=U/(R1+R2+R3) = 40$  мА. Идеальный вольтметр должен был бы показать падение напряжения на сопротивлении  $R2$   $U= I* R2= 0,04*2000=80$  В. Измеренное значение по условию задачи 70 В, т.е. вольтметр показал абсолютную погрешность 10 В.

Вычислим значение тока при включенном вольтметре.

$$I_p=(U-U_2)/(R1+R3) = 70/1500=46,7\text{мА.}$$

Для вычисления сопротивления вольтметра используем правила параллельного включения резисторов.  $U_v=I_n(1/(1/ R_2+1/ R_v))$ . Подставив соответствующие значения, получим значение внутреннего сопротивления вольтметра  $R_v=5,98\text{КОм.}$

Ответ. Абсолютная погрешность измерения составляет 10 В. Это вызвано неправильным выбором прибора, сопротивление которого всего в 3 раза выше сопротивления нагрузки. На самом деле сопротивление вольтметра должно быть на порядок выше сопротивления нагрузки. При отсутствии вольтметра амперметр показал бы 40 мА.

Ход работы:

1. Внимательно прочтите условие задачи в карточке.
2. Определите основные электроизмерительные приборы в задаче
3. Определите тип соединения потребителей в цепи.
4. Приведите формулы для расчета абсолютной, относительной и приведенной погрешности
5. Выполните необходимые вычисления и оформите ответ в тетради.

Вопросы

1. Что понимают под измерением?
2. Какие параметры измеряют непосредственно электроизмерительными приборами?
3. Какие основные виды погрешностей существуют?
4. Какая погрешность определяет класс точности прибора?
5. Какая погрешность измеряется в процентах?
6. Чем отличается относительная погрешность от абсолютной?

**Практическое занятие №7.** Составление таблицы «Сравнительная характеристика основных типов электрических машин»

Цель: научиться сравнивать различные типы электродвигателей, познакомиться со способами электро- и радиосвязи и сигнализации.

Необходимые оборудование и материалы:

1. Учебно-методическая литература:
  - Бутырин П.А. Электротехника. Учебник.– М.: ОИЦ «Академия», 2017.
  - Прошин В.М. Электротехника– М.: ОИЦ «Академия», 2017.
2. Справочная литература:
  - Таблица «Основные параметры электрической цепи переменного тока»

Задание:

1. Начертите в тетради таблицу

Наименование	Эл.машины переменного тока		Машина постоянного тока
	асинхронная	синхронная	

Состав			
Конструктивная схема			
Принцип действия			
Схема включения			
Основное применение			
Основные параметры			

2. Заполните таблицу, используя рабочую тетрадь и справочные материалы

Контрольные вопросы:

1. Какой двигатель называют «асинхронным»?
2. Перечислите основные типы электрических машин
3. Как называется подвижная и неподвижная часть электродвигателя?
4. Как образуется вращающееся магнитное поле?
5. Что такое «скольжение двигателя» и как оно определяется?
6. Как образуется вращающееся магнитное поле в синхронном двигателе?

### **3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**«отлично»** - таблица заполнена полностью, все данные указаны верно, сделаны выводы/задача решена верно, правильно выполнен расчет схемы, указаны все расчетные формулы, все данные приведены в ответе, сделаны выводы

**«хорошо»** - таблица заполнена полностью, но с мелкими недочетами/ правильно выполнен расчет схемы, приведены формулы для расчета, есть мелкие недочеты в расчете цепи и выводах

**«удовлетворительно»** - таблица заполнена на 2/3, выводы не сделаны / определена одна из погрешностей или один из требуемых параметров, выполнен частично расчет участка цепи, выводы не сделаны

**«неудовлетворительно»** - таблица заполнена с грубыми ошибками, верных данных меньше половины / вычисления выполнены с грубыми ошибками, не указаны формулы для вычислений, не сделаны выводы

### **4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Перечень используемых учебников, учебных пособий, Интернет-ресурсов, дополнительных источников

Основные источники:

1. Бутырин П.А. Электротехника. Учебник.– М.: ОИЦ «Академия», (стер.) 2017.
2. Прошин В.М. Электротехника– М.: ОИЦ «Академия», (стер.) 2017.
3. Прошин В.М. Электротехника. Электронный учебник. –М.: Академия  
<http://ecollege.empl-2.ru/mod/acbook/books/601116920/?id=601116920>

Дополнительные источники:

1. Прошин В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике. Учебное пособие.– М.: ОИЦ «Академия», (стер.) 2017.
2. Прошин В.М. Рабочая тетрадь к лабораторно-практическим работам по электротехнике. Учебное пособие. – М.: ОИЦ «Академия», (стер.) 2017.
3. Ситников, А. В. Основы электротехники : учебник / А.В. Ситников. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2017. — 288 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906923-14-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1239250>

Интернет-ресурсы:

1. <http://window.edu.ru/> - бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам».
2. <http://fcior.edu.ru> - федеральный центр информационно-образовательных ресурсов.
3. <http://edu.ru> - федеральный портал «Российское образование».
4. <http://school-collection.edu.ru> - единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.

Электронные образовательные ресурсы:

1. <http://ecollege.empl-2.ru>

Нормативные документы

ГОСТ 12.2.007.0-75	Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12.3.002-75	ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.032-84	ССБТ. Работы электромонтажные. Общие требования безопасности, общие требования к технологическим процессам проведения электромонтажных работ
ГОСТ 6323-79	Провода с поливинилхлоридной изоляцией для электрических установок

*(Оформление перечней источников в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления" (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 28.04.2008 N 95-ст)).*