

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОПЦ.03 Основы электротехники и электроники**

**для обучающихся специальности**

**15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств  
(по отраслям)**

Магнитогорск, 2023

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
«Механического, гидравлического  
оборудования и автоматизации»  
Председатель О.А. Тарасова  
Протокол № 6 от 25.01.2023 г

Методической комиссией МпК  
Протокол № 4 от 08.02.2023 г.

Разработчик: Н.С. Бахтова, преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Основы электротехники и электроники».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств» (по отраслям) и овладению профессиональными компетенциями.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ .....	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	7
Практическое занятие № 1 .....	7
Практическое занятие № 2 .....	8
Практическое занятие № 3 .....	10
Практическое занятие №4 .....	11
Практическое занятие №5 .....	12
Практическое занятие №6 .....	14
Практическое занятие №7 .....	15
Практическое занятие №8 .....	16
Практическое занятие №9 .....	18
Практическое занятие №10 .....	19
Практическое занятие №11 .....	20
Практическое занятие №12 .....	22
Практическое занятие №13 .....	23
Практическое занятие №14 .....	25
Лабораторное занятие № 1 .....	28
Лабораторное занятие № 2 .....	30
Лабораторное занятие № 3 .....	32
Лабораторное занятие №4 .....	34
Лабораторное занятие № 5 .....	35
Лабораторное занятие № 6 .....	38
Лабораторное занятие №7 .....	40
Лабораторное занятие № 8 .....	42
Лабораторное занятие № 9 .....	43
Лабораторное занятие №10 .....	45
Лабораторное занятие №11 .....	47
Лабораторное занятие № 12 .....	48
Лабораторное занятие № 13 .....	49
Лабораторное занятие № 14 .....	53
Лабораторное занятие №15 .....	

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности).

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Основы электротехники и электроники» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

У 1.2.04. использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности

У 1.4.03. читать принципиальные электрические схемы устройств

У 2.1.08. анализировать электронные схемы;

У 2.1.09. использовать электронные приборы и устройства

У 2.2.03. эксплуатировать электрооборудование

У 2.3.03. измерять и рассчитывать параметры электрических цепей

У 2.1.09. использовать электронные приборы и устройства

Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;

Уо 01.02 анализировать задачу, выбирать и использовать уместные цифровые средства, приложения и ресурсы для постановки и решения задачи\проблемы;

Уо 01.03 разделять комплексные задачи на подзадачи; отслеживать процесс исполнения задач, с помощью цифровых инструментов;

Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

Уо 01.05 составлять план действий;

Уо 01.06 определить необходимые ресурсы;

Уо 01.08 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 01.09 работать в изменяющихся условиях, в том числе в стрессовых;

Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;

Уо 02.03 планировать процесс поиска;

Уо 02.04 применять программные решения для структурирования и систематизации информации;

Уо 02.06 оценивать практическую значимость результатов поиска с помощью цифровых инструментов;

Уо 02.07 оформлять результаты поиска с помощью цифровых инструментов;

Уо 03.03 находить информацию в целях самообразования и обучения при помощи цифровых инструментов;

Уо 03.07 применять исследовательские приемы и навыки, чтобы быть в курсе последних отраслевых решений;

- Уо 03.08 самостоятельно определять пробелы в своих знаниях и компетенциях с использованием инструментов самооценки и цифровых оценочных средств;
- Уо 02.09 применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 04.01- организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 05.01- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК.1.2. Разрабатывать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания;

ПК.1.4. Формировать пакет технической документации на разработанную модель элементов систем автоматизации;

ПК.2.1. Осуществлять выбор оборудования и элементной базы систем автоматизации в соответствии с заданием и требованием разработанной технической документации на модель элементов систем автоматизации;

ПК.2.2. Осуществлять монтаж и наладку модели элементов систем автоматизации на основе разработанной технической документации;

ПК.2.3. Проводить испытания модели элементов систем автоматизации в реальных условиях с целью подтверждения работоспособности и возможной оптимизации;

ПК.4.1. Контролировать текущие параметры и фактические показатели работы систем автоматизации в соответствии с требованиями нормативно-технической документации для выявления возможных отклонений;

ПК.5.2. Выполнять ремонт, монтаж, наладку и проверку работоспособности контрольно-измерительных приборов и автоматики;

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

Выполнение студентами практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Основы электротехники и электроники» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике,
- реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными

приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1. Электрическое поле

#### Практическое занятие № 1

##### Расчёт эквивалентной ёмкости батареи конденсаторов

**Цель:** научиться рассчитывать цепи с конденсаторами.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* У 1.2.04 использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы требуется наличие специальной литературы, интернет-ресурсы.

**Задание:**

1. Решите задачи:

1) Чему равна ёмкость плоского конденсатора с круглыми пластинами  $\varnothing 10$  мм, если расстояние между пластинами 0,01 мм, а относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика  $\varepsilon = 2,4$ ?

2) Определить энергию электрического поля конденсатора ёмкостью 10 мкФ при напряжении на пластинах 220 В.

3) Определите эквивалентную ёмкость батареи из трёх последовательно соединённых конденсаторов, если  $C_1=C_2=C_3=3$  мкФ.

4) Определите эквивалентную ёмкость батареи из трёх конденсаторов, соединённых параллельно, если  $C_1=1$  мкФ,  $C_2=4$  мкФ,  $C_3=5$  мкФ.

2. Определите эквивалентную ёмкость батареи конденсаторов (рис. 1). Исходные данные приведены в таблице 1.

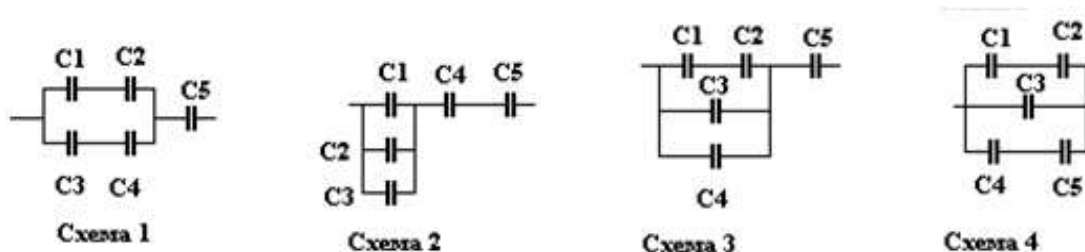


Рисунок 1

Таблица 1

вариант	№ схемы	C1, мкФ	C2, мкФ	C3, мкФ	C4, мкФ	C5, мкФ	вариант	№ схемы	C1, мкФ	C2, мкФ	C3, мкФ	C4, мкФ	C5, мкФ
1	1	1	2	3	4	6	16	4	1	2	1	2	6
2	2	2	3	4	6	1	17	1	2	3	3	4	1
3	3	3	4	6	1	2	18	2	3	4	4	6	2
4	4	4	6	1	2	3	19	3	4	6	6	1	3
5	1	6	1	3	4	4	20	4	6	1	1	2	4
6	2	1	2	4	6	6	21	1	1	2	3	4	6
7	3	2	3	6	1	1	22	2	2	3	4	6	1
8	4	3	4	1	2	2	23	3	3	4	6	1	2
9	1	4	6	3	4	3	24	4	4	6	1	2	3
10	2	6	1	4	6	4	25	1	6	1	3	4	4

11	3	1	2	6	1	6	26	2	1	2	4	6	6
12	4	2	3	1	2	1	27	3	2	3	6	1	1
13	1	3	4	3	4	2	28	4	3	4	1	2	2
14	2	4	6	4	6	3	29	1	4	6	3	4	3
15	3	6	1	6	1	4	30	2	6	1	4	6	4

**Порядок выполнения работы:**

1. Переписать исходные данные своего варианта
2. Найти неизвестные значения

**Ход работы:**

1. Перечертить схему для своей задачи
2. Пользуясь теоретическим материалом лекции решить задачу
3. Предоставить результат на проверку преподавателю.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта (по вариантам);
- в) схему электрической цепи;
- г) результаты расчётов;
- д) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

**Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока**

**Практическое занятие № 2**

Расчёт цепей со смешанным соединением резисторов методом «свертывания»

**Цель:**

- научиться «сворачивать» электрическую цепь со смешанным соединением резисторов, определять общее сопротивление цепи.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* У 2.3.03- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:** Определите общее сопротивление цепи резисторов. Схемы электрических цепей приведены на рисунке 1. Исходные данные вариантов приведены в таблице 2.

Таблица 1

Вариант	№ схемы	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
1	1	9	13	28	2	8	15	22	18	-
2	2	8	9	16	6	9	11	7	4	-
3	3	4	4	7	19	9	12	27	2	1
4	4	5	10	7	17	10	4	5	11	29
5	1	10	2	1	7	2	9	2	16	-



6	2	6	9	24	1	4	7	4	8	-
7	3	5	2	27	9	4	5	26	6	22
8	4	3	1	4	4	10	8	18	11	3
9	1	6	15	5	16	8	5	3	16	-
10	2	7	15	10	6	4	11	20	4	-
11	1	4	8	6	14	1	12	8	14	-
12	2	8	13	20	10	7	7	18	6	-
13	3	9	15	26	5	1	2	24	20	7
14	4	5	13	19	19	1	8	25	18	13
15	1	4	15	23	15	4	2	28	11	-
16	3	9	3	7	8	10	10	2	9	20

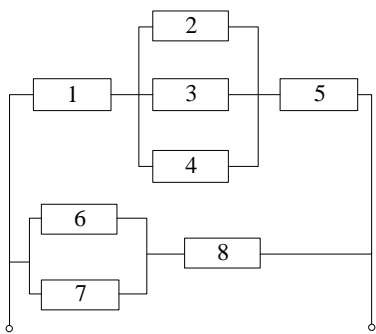


Схема 1

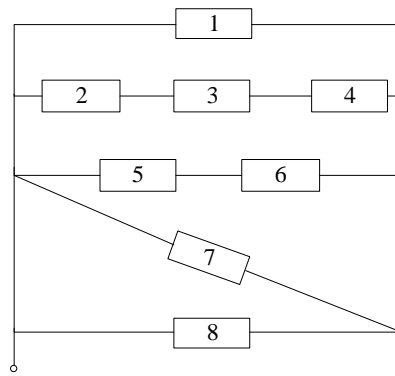


Схема 2

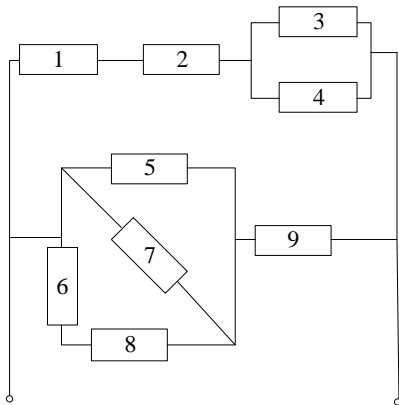


Схема 3

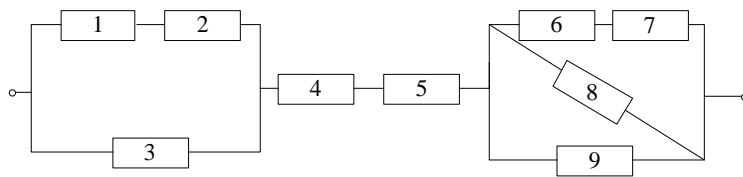


Схема 4

Рисунок 1

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучите виды соединения сопротивлений.
2. Изучите схему для своего варианта, перечертите, и выпишите данные.
3. Найдите эквивалентное (общее) сопротивление.

**Ход работы:**

1. Разбейте цепь на участки, где есть только последовательное, или только параллельное соединение. Сложите эти сопротивления в соответствии с правилами.
2. Начните сворачивать схему с конца (началом схемы является место, куда подается напряжение).
3. Сворачивайте схему до тех пор, пока не останется одно, эквивалентное сопротивление.

**Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта (по вариантам);
- в) схему электрической цепи;
- г) расчёты.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

**Практическое занятие № 3**

**Расчёт цепи постоянного тока разными методами**

**Цель:** научиться рассчитывать параметры электрической цепи постоянного тока разными методами.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* У 1.2.04-использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности;

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:** Определить токи в цепи: методом узловых и контурных уравнений, методом наложения, методом узлового напряжения, методом контурных токов. Составьте баланс мощностей. Схемы электрических цепей приведены на рисунке 3. Исходные данные вариантов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Вариант	№ схемы	E <sub>1</sub> , В	E <sub>2</sub> , В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	Вариант	№ схемы	E <sub>1</sub> , В	E <sub>2</sub> , В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом
1	1	100	80	1	5	20	16	2	150	70	3	2	23
2	2	110	70	2	4	21	17	3	140	80	2	3	24
3	3	120	60	3	3	22	18	4	130	70	1	4	25
4	4	130	50	4	2	23	19	1	120	60	1	5	20
5	1	140	60	5	1	24	20	2	110	50	2	1	21
6	2	150	70	4	1	25	21	1	100	80	3	1	22
7	3	140	80	3	2	20	22	2	110	70	4	2	23
8	4	130	70	2	1	21	23	3	120	60	5	3	24
9	1	120	60	1	2	22	24	4	130	50	4	4	25
10	2	110	50	1	3	23	25	1	140	60	3	5	20
11	1	100	80	2	4	24	26	2	150	70	2	4	21
12	2	110	70	3	5	25	27	3	140	80	1	3	22
13	3	120	60	4	3	20	28	4	130	70	1	2	23
14	4	130	50	5	5	21	29	1	120	60	2	1	24
15	1	140	60	4	1	22	30	2	110	50	3	2	25

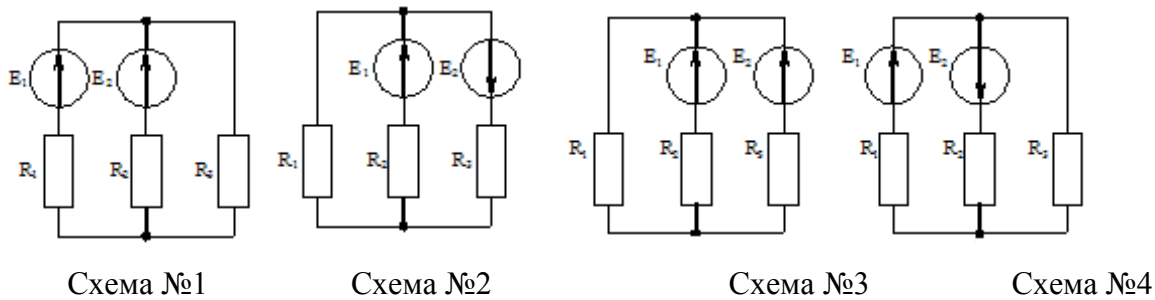


Рисунок 1

**Порядок выполнения работы:**

1. Переписать исходные данные своего варианта
2. Найти неизвестные значения

**Ход работы:**

1. Перечертить схему для своей задачи
2. Пользуясь теоретическим материалом лекции, решить задачу
3. Предоставить результат на проверку преподавателю.

**Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- д) наименование работы и цель работы;
- е) исходные данные для расчёта (по вариантам);
- ж) схема электрической цепи к каждой задаче;
- з) результаты расчётов;
- и) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

**Тема 2.1. Магнитное поле, его характеристики**

**Практическое занятие №4**

**Расчёт магнитных цепей**

**Цель:** научиться рассчитывать магнитные цепи постоянного тока.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* У 2.3.03- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:**

Решите задачи:

1. Каким должен быть намагничивающий ток катушки индуктивности, имеющей 200 витков, чтобы ее намагничивающая сила создала в чугунном кольце магнитный поток 0,000157 Вб? Средний радиус чугунного кольца 5 см, а диаметр его сечения 2 см (рисунок 3).

- 2 Замкнутая магнитная цепь (рисунок 4) выполнена из пластин трансформаторной стали. Сколько витков должна иметь катушка с током 0,5 А, чтобы создать в сердечнике магнитный поток 0,0016 Вб?
- 3 Магнитная цепь, изображенная на рисунке 5, аналогична магнитной цепи предыдущего примера, за исключением того, что она имеет воздушный зазор 5 мм. Какими должны быть намагничивающая сила и ток катушки, чтобы магнитный поток был таким же, как и в предыдущем примере, то есть 0,0016 Вб?
- 4 Расчетom найдено, что магнитный поток трансформатора 72000 Мкс. Требуется рассчитать намагничивающую силу и намагничивающий ток первичной обмотки, имеющей 800 витков. В сердечнике трансформатора имеется зазор 0,2 мм. Размеры сердечника трансформатора показаны на рисунке 6. Сечение сердечника 6 см<sup>2</sup>.



Рисунок 3 –  
Магнитная цепь  
к задаче 1

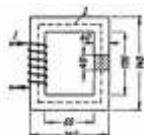


Рисунок 4 –  
Магнитная  
цепь к задаче 2



Рисунок 5 -  
Магнитная цепь  
к  
задаче 3

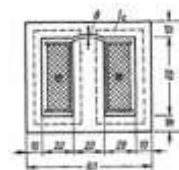


Рисунок 6 -  
Магнитная цепь  
к  
задаче 4

### Порядок выполнения работы:

1. Переписать исходные данные своего варианта
2. Найти неизвестные значения

### Ход работы:

1. Перечертить схему для своей задачи
2. Пользуясь теоретическим материалом лекции решить задачу
3. Предоставить результат на проверку преподавателю.

### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта;
- в) результаты расчётов;
- г) выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 3.1. Электрические цепи переменного тока

### Практическое занятие №5

Расчёт параметров однофазной цепи переменного тока

**Цель:** научиться рассчитывать параметры однофазной цепи переменного тока.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: У 1.2.04.-использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности;

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:** произвести расчет параметров цепи переменного тока в соответствии с исходными данными варианта в таблице 1:

Таблица 1

Вариант	I, А	f, Гц	$\angle\psi$ , град.
1	57	51	-9
2	79	94	-9
3	112	32	14
4	295	64	6
5	172	58	18
6	77	93	-66
7	163	27	68
8	152	41	-49
9	237	84	60
10	219	40	-46
11	7	23	-27
12	213	83	46
13	36	41	-28
14	176	17	-52
15	152	51	-58
16	193	63	-56

**Порядок выполнения работы:**

1. Переписать исходные данные для своего варианта
2. Произвести расчет параметров
3. Начертить кривую изменения величины во времени (синусоиду), а так же векторную диаграмму в соответствии с параметрами.

**Ход работы:**

1. Перепишите исходные данные
2. Определите следующие параметры: амплитудное значение тока; период; угловую частоту.
3. Запишите выражение для мгновенного значения тока
4. Начертите синусоиду, отметив на ней период, начальную фазу, амплитудные значения.
5. Начертите векторную диаграмму тока, пользуясь транспортиром.

**Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта;
- в) результаты расчётов; чертежи
- г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.  
Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Практическое занятие №6

### Расчёт цепи переменного тока со смешанным сопротивлением R,L и R,C

**Цель:** научиться рассчитывать однофазные цепи переменного тока со смешанным сопротивлением.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* У 1.2.04. использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:**

В цепи с переменным напряжением  $U$  и стандартной частотой 50 Гц включены последовательно активное сопротивление  $R$ , катушка индуктивности с сопротивлением  $X_L$  либо конденсатор с ёмкостью  $C$ . Определить ток в цепи, напряжение на элементах, построить векторную диаграмму. Определить активную, реактивную и полную мощность. Исходные данные в таблице 1.

Таблица 1

Вариант	U, В	R, Ом	$X_L$ , Ом	C, мкФ	вариант	U, В	R, Ом	$X_L$ , Ом	C, мкФ
1	100	30	10	-	16	160	25	-	70
2	120	25	15	-	17	170	20	-	80
3	130	20	20	-	18	180	35	-	90
4	140	35	25	-	19	190	40	-	100
5	150	40	30	-	20	200	10	-	110
6	160	10	35	-	21	100	15	-	120
7	170	15	40	-	22	120	20	-	130
8	180	20	45	-	23	130	25	-	140
9	190	25	-	150	24	140	30	35	-
10	200	30	-	160	25	150	25	40	-
11	100	35	-	20	26	160	30	45	-
12	120	40	-	25	27	170	35	50	-
13	130	45	-	30	28	180	40	20	-
14	140	50	-	70	29	190	45	25	-
15	150	30	-	80	30	200	50	30	-

**Порядок выполнения работы:**

1. Выпишите данные в соответствии с вариантом.
2. Произведите расчеты тока, напряжений на элементах, и мощностей цепи переменного тока.
3. Постройте в масштабе векторную диаграмму.

**Ход работы:**

1. Начертить схему электрической цепи в соответствии с вариантом.
2. Произвести расчет тока, напряжений, мощностей в соответствии с теоретическим материалом.
3. Построить векторную диаграмму: сначала откладывается вектор тока, затем вектор активного падения напряжения. Далее отложить вектор реактивного падения напряжения.

Произвести геометрическое сложение этих двух векторов: суммарный вектор должен совпадать с расчетной величиной напряжения.

### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- д) наименование работы и цель работы;
- е) исходные данные для расчёта;
- ж) результаты расчётов;
- з) выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Практическое занятие №7

### Расчёт цепи переменного тока со смешанным сопротивлением R,L,C. Построение векторной диаграммы.

**Цель:** научиться рассчитывать однофазные цепи переменного тока со смешанным сопротивлением, и строить векторную диаграмму для такой цепи.

### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:* У 1.2.04.-использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

### Задание:

1. В цепи с переменным напряжением  $U$  и стандартной частотой 50Гц включены последовательно активное сопротивление  $R$ , катушка индуктивности с сопротивлением  $X_L$  и конденсатор с сопротивлением  $X_C$ . Определить ток в цепи, напряжение на элементах, построить векторную диаграмму. Определить активную, реактивную и полную мощности. Исходные данные в таблице 6.

Таблица 6

Вариант	U, В	R, Ом	$X_L$ , Ом	$X_C$ , Ом	вариант	U, В	R, Ом	$X_L$ , Ом	C, мкФ
1	50	23	36	32	16	60	6	31	33
2	70	14	48	50	17	80	14	10	38
3	90	10	17	11	18	100	6	54	48
4	110	5	21	57	19	120	19	33	43
5	130	19	53	34	20	140	24	23	46
6	150	20	59	23	21	160	20	27	50
7	170	14	34	15	22	180	17	58	39
8	80	6	50	54	23	200	23	52	59
9	100	21	37	60	24	100	13	6	46
10	120	7	16	48	25	110	11	22	40
11	140	19	26	31	26	120	11	8	53

12	160	16	50	20	27	130	14	37	48
13	180	14	51	44	28	140	20	52	10
14	200	10	15	21	29	150	6	23	59
15	220	13	39	60	30	160	20	30	33

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Выпишите данные в соответствии с вариантом.
2. Произведите расчеты тока, напряжений на элементах, и мощностей цепи переменного тока.
3. Постройте в масштабе векторную диаграмму.

#### **Ход работы:**

1. Начертить схему электрической цепи в соответствии с вариантом.
2. Произвести расчет тока, напряжений, мощностей в соответствии с теоретическим материалом.
3. Построить векторную диаграмму: сначала откладывается вектор тока, затем вектор активного падения напряжения. Далее отложить векторы реактивных падений напряжений на катушке и конденсаторе. Произвести вычитание реактивных падений напряжений, а затем геометрическое сложение активного и реактивного векторов: этот суммарный вектор должен совпадать с расчетной величиной напряжения.

#### **Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- и) наименование работы и цель работы;
- к) исходные данные для расчёта;
- л) результаты расчётов;
- м) выводы по работе.

#### **Критерии оценки:**

- Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.  
 Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.  
 Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.  
 Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

### **Тема 3.2. Трёхфазные цепи**

#### **Практическое занятие №8**

#### **Расчёт трёхфазной цепи переменного тока**

**Цель:** научиться рассчитывать однофазной цепи переменного тока.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* У 1.2.04. использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

#### **Задание:**



Приёмник электроэнергии, соединенный звездой, включен в сеть с линейным (фазным) напряжением  $U$ . Определите линейные и фазные токи, активную, реактивную и полную мощность всей цепи. По данным своего варианта зарисуйте схему. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Вариант	$U_L, В$	$U_\phi, В$	$R_A, Ом$	$R_B, Ом$	$R_C, Ом$	$X_{LA}, Ом$	$X_{CA}, Ом$	$X_{LB}, Ом$	$X_{CB}, Ом$	$X_{LC}, Ом$	$X_{CC}, Ом$
1	310	-	-	6	8	12	-	8	-	-	6
2	-	220	8	-	10	-	6	-	-	5	15
3	220	-	6	10	-	8	-	-	5	-	10
4	-	127	-	5	6	10	-	-	10	-	8
5	310	-	5	-	6	10	-	15	-	-	8
6	-	310	6	-	6	-	8	-	10	8	-
7	220	-	-	10	12	5	-	6	-	-	8
8	-	220	10	-	12	-	8	-	-	12	10
9	310	-	16	10	-	6	-	-	8	-	25
10	-	310	-	25	8	10	-	-	10	-	6
11	220	-	5	-	6	10	-	15	-	-	8
12	-	220	6	-	6	-	8	-	10	8	-
13	127	-	8	-	10	-	6	-	-	5	15
14	-	127	6	10	-	8	-	-	5	-	10
15	220	-	-	5	6	10	-	-	10	-	8
16	-	220	5	-	6	10	-	15	-	-	8
17	220	-	6	-	6	-	8	-	10	8	-
18	-	127	-	10	12	5	-	6	-	-	8
19	127	-	10	-	12	-	8	-	-	12	10
20	-	220	16	10	-	6	-	-	8	-	25
21	310	-	-	25	8	10	-	-	10	-	6
22	-	127	5	-	6	10	-	15	-	-	8
23	310	-	6	-	6	-	8	-	10	8	-
24	-	220	6	-	6	-	8	-	10	8	-

**Порядок выполнения работы:**

1. Выпишите данные в соответствии с вариантом.
2. Произведите расчеты.
3. Начертите схему.

**Ход работы:**

1. Выпишите исходные данные.
2. Определите величины напряжений и токов в фазах.
3. Рассчитайте величины мощностей в трехфазной цепи.
4. Постройте схему для своего варианта.

**Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта;
- в) схему электрической цепи;
- г) результаты расчётов;

д) выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 4.1. Трансформаторы. Электрические машины постоянного и переменного тока

### Практическое занятие №9

#### Расчёт параметров электрических машин

**Цель:** научиться рассчитывать параметры электрических машин.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:* У 1.2.04. использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

#### Задание:

Решите задачи

1. Найти коэффициент трансформации, если в режиме холостого хода напряжения на вторичной обмотке трансформатора 20; 110; 330 и 1100 В. Трансформатор подключен к сети переменного напряжения 220 В.

2. Напряжение первичной обмотки трансформатора равно 6,3 кВ. Определить коэффициент трансформации, если в режиме холостого хода напряжения на выводах его вторичной обмотки 400 В. Найти число витков первичной обмотки, если число витков вторичной обмотки равно 150.

3. Однофазный трансформатор имеет следующие параметры:  $S_{\text{ном}} = 25 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ ;  $U_{1\text{ном}} = 6000 \text{ В}$ ;  $I_0 = 5 \% I_{1\text{ном}}$ . Найти ток холостого хода трансформатора при напряжениях  $U_1 = 0,5$ ;  $0,75$  и  $1,1 U_{1\text{ном}}$ , учитывая, что магнитопровод находится при всех указанных напряжениях в насыщении.

4. Найти токи вторичной и первичной обмоток трансформатора с  $S_{\text{ном}} = 25 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ ;  $U_{1\text{ном}} = 380 \text{ В}$ ;  $U_{2\text{ном}} = 110 \text{ В}$  при аварийном коротком замыкании. Относительное напряжение короткого замыкания составляет 4 %.

5. С каким КПД работает двигатель последовательного возбуждения, включенный в сеть напряжением 220 В, если полезная мощность на его валу 4,2 кВт, а ток якоря равен 21 А?

6. Найти ЭДС, индуцируемую в якоре двигателя 'постоянного тока, если при частоте вращения двигателя 1500 об/мин магнитный поток полюса не превышает 0,017 Вб, а постоянный коэффициент  $C_E = 8,5$ .

7. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения имеет следующие номинальные параметры:  $P_{\text{ном}} = 130 \text{ кВт}$ ;  $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$ ,  $n = 600 \text{ об/мин}$ ;  $\eta = 92 \%$ ;  $R_{\text{я}} = 0,01 \text{ Ом}$ ;  $C_M = 65$ . Определить номинальный ток ,якоря, ЭДС и вращающий момент. двигателя, магнитный поток одного полюса и электромагнитную мощность.

8. Двигатель последовательного возбуждения имеет следующие параметры;  $U_{\text{ном}} = 440 \text{ В}$ ;  $I_{\text{я ном}} = 200 \text{ А}$ ;  $R_{\text{я}} = 0,05 \text{ Ом}$ ; номинальное сопротивление обмотки возбуждения  $R_{\text{в ном}} = 0,03 \text{ Ом}$ . Найти ЭДС, электромагнитную мощность и мощность, подводимую к двигателю.

9. Вращающий момент асинхронного двигателя при частоте вращения его ротора 1440 об/мин равен 500 Н· м. Определить мощность, развиваемую двигателем.

10. Ротор асинхронного двигателя вращается с частотой 1440 об/мин, причем от сети потребляется мощность 55 кВт. Чему равны мощность на валу двигателя и развиваемый им момент, если мощность потерь в двигателе составляет 5 кВт?
11. Асинхронный двигатель создает вращающий момент 580 Н· м при частоте вращения 585 об/мин. Определить мощность на валу двигателя; потребляемую им активную и полную мощности, если  $\eta$  равен 85 %, а  $\cos\varphi = 0,8$ .
12. Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором потребляет от сети мощность  $P_1 = 28$  кВт при токе  $I = 140$  А и напряжении 220 В. Найти  $\eta$  и коэффициент мощности двигателя  $\cos\varphi$ , если полезная мощность на его валу  $P_2 = 23,4$  кВт.
13. Определите мощность, подводимую к трёхфазному асинхронному двигателю с фазным ротором, а также ток в обмотках статора при их соединении «звездой» и «треугольником». Номинальные параметры двигателя: полезная мощность на валу 30кВт, напряжение на статоре 380/220В,  $\eta=88\%$ , коэффициент мощности 0,85.
14. При увеличении потребляемой мощности, асинхронного двигателя в 2,2 раза его КПД увеличился на 10 %. Найти первоначальные значения мощности и КПД, если суммарная мощность потерь увеличилась от 2,5 до 2,8 кВт.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Выпишите известные данные в соответствии с вариантом.
2. Произведите расчеты.

#### **Ход работы:**

1. Выпишите исходные данные.
2. Рассчитайте неизвестные величины, пользуясь формулами из теоретического материала по теме.
3. Предоставьте расчеты на проверку.

#### **Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта;
- в) результаты расчётов;
- г) выводы по работе.

#### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## **Тема 4.2 Основы электропривода**

### **Практическое занятие №10**

#### **Расчет мощности и выбор двигателя**

**Цель:** научиться рассчитывать параметры двигателей электропривода.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* У 1.2.04. использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:**

1. Двигатель электропривода работает в течение 10 мин с мощностью  $P = 7,5$  кВт; 15 мин с мощностью 5 кВт и 35 мин с мощностью 2,5 кВт. Определить эквивалентную мощность двигателя для продолжительного режима работы.
2. Двигатель электропривода работает в течение 10 мин с мощностью  $P = 15$  кВт, 1 мин - с 40 кВт, 5 мин - с 20 кВт и 4 мин - с 10 кВт. Определить эквивалентную мощность двигателя, работающего в повторно-кратковременном режиме, если ЦИКЛ продолжался 30 мин.
3. Определить необходимую мощность асинхронного двигателя, нагрузочная диаграмма повторно-кратковременного режима работы которого характеризуется параметрами:  $t_1 = 4$  с,  $t_2 = 18$  с,  $t_3 = 13$  с,  $t_0 = 85$  с,  $M_1 = 600$  Н·м,  $M_2 = 250$  Н·м,  $M_3 = 150$  Н·м. Частота вращения вала двигателя  $n = 730$  об/мин.
4. Крановый двигатель имеет мощность  $P_{ном} = 12$  кВт при  $PВ_0 = 5\%$ . Какую мощность может развивать этот двигатель, если он будет работать при  $PВ_1 = 18\%$ ,  $PВ_2 = 32\%$ ?
5. Двигатель подъемного устройства развивает мощность 4 кВт, поднимая груз массой 550 кг. Определить скорость подъема груза, если КПД ступеней передачи  $\eta_1 = 0,96$ ,  $\eta_2 = 0,95$ .

**Порядок выполнения работы:**

1. Выпишите известные данные в соответствии с вариантом.
2. Произведите расчеты.

**Ход работы:**

1. Выпишите исходные данные.
2. Рассчитайте неизвестные величины, пользуясь формулами из теоретического материала по теме.
3. Предоставьте расчеты на проверку.

**Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

1. наименование работы и цель работы;
2. исходные данные для расчёта;
3. результаты расчётов;
4. выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

**Практическое занятие №11****Защитные и коммутационные аппараты двигателей переменного тока**

**Цель:** изучить пускорегулирующую и защитную аппаратуру двигателей переменного тока

**Выполнив работу, Вы будете:**

*Уметь:* У :2.2.03- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:**

Заполнить таблицу 1 в соответствии с исходными данными, выбрав автоматический выключатель и контактор из таблицы 8

Таблица 1

№ вар	Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$ , кВт	$U_{\text{н}}$ , В	$n_{\text{с}}$ , об/мин	$s$ , %	$\eta$ , %	$\cos\varphi$
1	4AK160S4Y3	11	380	1500	5	86,5	0,86
2	4AK160S6Y3	7,5	380	1000	5	82,5	0,77
3	4AK160S8Y3	5,5	380	750	6,5	80	0,7
4	4AK160M4Y3	14	380	1500	4	88,5	0,87
5	4AK160M6Y3	10	380	1000	4,5	84,5	0,76
6	4AK160M8Y3	7,5	380	750	6	82	0,7
7	4AK180M4Y3	18	380	1500	3,5	89	0,88
8	4AK180M6Y3	13	380	1000	4,5	85,5	0,8
9	4AK180M8Y3	11	380	750	4	85,5	0,72
10	4AK200L4Y3	30	380	1500	2,5	90,5	0,87
11	4AK200L6Y3	22	380	1000	3,5	88	0,8
12	4AK200L8Y3	18,5	380	750	3,5	86	0,73
13	4AK200M4Y3	22	380	1500	2,5	90	0,87
14	4AK200M6Y3	18,5	380	1000	3,5	88	0,81
15	4AK200M8Y3	15	380	750	3,5	86	0,7
16	4AK225M4Y3	37	380	1500	3,5	90	0,87
17	4AK225M6Y3	30	380	1000	3,5	89	0,85
18	4AK225M8Y3	22	380	750	4,5	87	0,82
19	4AK250S4Y3	45	380	1500	3	91	0,88
20	4AK250M4Y3	71	380	1500	4,5	91,5	0,86
21	4AK250M6Y3	37	380	1000	3,5	89	0,84
22	4AK250M6Y3	45	380	1000	3	90,5	0,87
23	4АНК250М6	75	380	1000	3	91,5	0,85
24	4АНК280S4	132	380	1500	2,9	92	0,88
25	4АНК280M4	160	380	1500	2,9	92,5	0,88

Таблица 2

Тип двигателя	
Ином, А	
Автоматический выключатель, тип и номинальные данные	
Назначение автоматического выключателя	
Контактор, тип и номинальные данные	
Назначение контактора	

**Порядок выполнения работы**

1. Изучите исходные данные.
2. Выберите электрические аппараты.
3. Заполните таблицу.

**Ход работы:**

1. Выпишите известные данные в соответствии с вариантом.
2. Произведите расчет номинального тока в соответствии с приведенными данными двигателя.
3. Выберите автоматический выключатель и контактор по току.
4. Пользуясь учебной литературой, выпишите сведения о назначении автоматического выключателя и контактора.
5. Устно защитите выполненную работу преподавателю.

**Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

5. наименование работы и цель работы;
6. исходные данные для расчёта;
7. результаты расчётов;
8. выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

**Тема 5.1. Физические основы электроники.****Практическое занятие №12****Маркировка полупроводниковых элементов. Прозвонка**

**Цель:** научиться определять тип полупроводникового элемента по внешним данным, понимать назначение и способ прозвонки полупроводниковых элементов.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: У 1.2.04. использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:**

В таблице 1 приведены полупроводниковые элементы, для которых, в соответствии с вариантом, исходя из принципа их работы, необходимо продумать, каким образом будет происходить прозвонка с помощью мультиметра. Прозвонка – это проверка работоспособности полупроводникового элемента, а так же определение типа элемента (например, ррр или рпр транзистор), и типа его выводов (анод, катод, база, эмиттер, и т.д.). Необходимо заполнить таблицу 2.

Таблица 1

Вариант	Полупроводниковые элементы
1	Диод, полевой транзистор
2	Диод, тиристор
3	Светодиод, биполярный транзистор
4	Светодиод, полевой транзистор
5	Диод, светодиод

6	Диод, биполярный транзистор
7	Светодиод, тиристор
8	Диод, фотодиод

Таблица 2

Тип элемента	Обозначение на схеме	Обозначения выводов	Методика прозвонки элемента
1.			
2.			

### Порядок выполнения работы:

Пользуясь теоретическим материалом лекции, либо учебной литературой, заполните таблицу.

### Ход работы:

1. Начертите таблицу 2.
2. Определите, прозвонку каких элементов необходимо исследовать.
2. При заполнении столбцов 2 и 3 пользуйтесь материалом лекций.
3. 4 столбец заполнить исходя из принципа работы полупроводникового элемента

### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а. наименование работы и цель работы;
- б. исходные данные;
- в. выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Практическое занятие №13

### Вольтамперные характеристики полупроводниковых элементов

**Цель:** научиться определять параметры диодов и транзисторов по вольтамперным характеристикам; научиться читать вольтамперные характеристики

### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:* У 2.1.08-анализировать электронные схемы.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

### Задание:

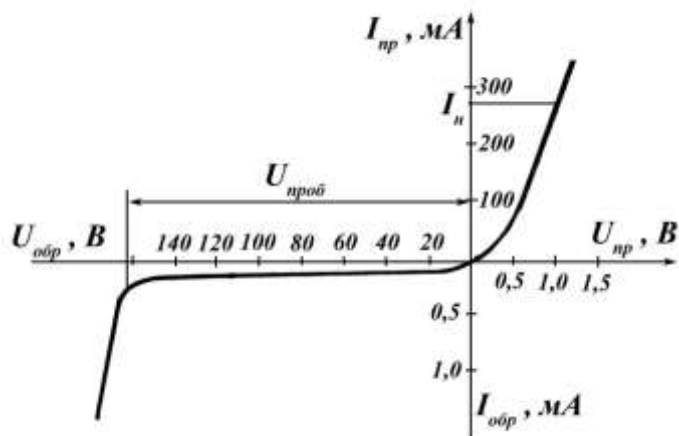
В соответствии с таблицей исходных данных необходимо заполнить таблицу, а так же начертить в общем виде вольтамперную характеристику диода, обозначив на ней данные диода из своего варианта из таблицы 1

Таблица 1

№ варианта	Диод	Ипр.доп.	Uпрmax	Uобр	Iобрmax	Tmin	Tmax	Fmax
------------	------	----------	--------	------	---------	------	------	------

		мА	В	В	мкА			МГц
Германиевые								
1	ГД107А	10	0.6	10	20	-60	60	1
2	ГД113А	15	0.6	115	250	-40	85	0.01
3	Д7А	300	0.4	50	80	-55	70	0.002
4	Д7Б	300	0.4	100	100	-55	70	0.002
5	Д7В	300	0.5	150	100	-55	70	0.002
6	Д7Д	300	0.5	300	100	-55	70	0.002
7	Д9В	20	0.6	30	100	-60	70	0.1
8	Д9Г	30	0.6	30	250	-60	70	0.1
9	Д9У	20	0,6	50	250	-60	60	0,1
10	Д9Ж	15	0,6	100	250	-60	70	0,1
Кремниевые								
11	КД102А	100	1	250	0.1	-60	100	0.004
12	КД103А	100	0.9	50	0,5	-60	100	0,15
13	2Д103А	100	1	75	1	-60	125	0,15
14	Д226Г	200	1,2	300	10	-60	100	0,01
15	КД104А	10	1	300	3	-60	100	0.02
16	2Д106А	300	0.9	100	10	-60	125	0.02
17	КД109А	300	1,2	100	25	-60	125	0,01
18	КД407А	50	1	25	0.5	-60	100	0.15
19	КД413А	20	1	25	0.1	-60	100	0.15
20	КД411Г	1000	1.4	400	700	-60	125	0.15

По приведенным вольтамперным характеристикам необходимо заполнить таблицу 2



Вид ВАХ выпрямительного диода

Таблица 2

	Значение	Пояснение к параметру
Максимальны прямой ток, мА		
Максимальный обратный ток,		



мА		
Напряжение пробоя, В		
Максимальное прямое напряжение, В		
Схема прямого включения диода		
Схема обратного включения диода		

**Порядок выполнения работы:**

1. Заполнить второй столбец таблицы 2, пользуясь примером вольтамперной характеристики и данными своего варианта.
2. Заполнить третий столбец таблицы 2, пользуясь учебной литературой.

**Ход работы:**

1. Начертите таблицу 2.
2. Заполните таблицу 2.
3. Предоставьте работу преподавателю на проверку.

**Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- а. наименование работы и цель работы;
- б. исходные данные;
- в. выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

**Тема 5.2. Электронные выпрямители и стабилизаторы**

**Практическое занятие №14**

Расчет выпрямителей и фильтров переменного тока

**Цель:** научиться рассчитывать электронные выпрямители, фильтры и стабилизаторы

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* У 2.1.08-анализировать электронные схемы.

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

### Задание:

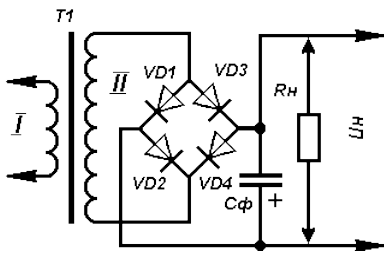
Исходные данные для расчёта выпрямителей, фильтров и стабилизаторов приведены в таблице 1

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Напряжение на вторичной обмотке $U_H$ , В	8	9	10	12	15	12	10	8	10	10
Ток нагрузки $I_H$ , А	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	0,8	0,6	0,4	1,0

### Расчет выпрямителя

Рассчитать выпрямитель - значит правильно выбрать выпрямительные диоды и конденсатор фильтра, а также определить необходимое переменное напряжение, снимаемое для выпрямления с вторичной обмотки сетевого трансформатора. Исходными данными для расчета выпрямителя служат: требуемое напряжение на нагрузке ( $U_H$ ) и потребляемый ею максимальный ток ( $I_H$ ).



1. Определение переменного напряжения, которое должно быть на вторичной обмотке сетевого трансформатора:

$$U_2 = B U_H$$

где  $U_H$  - постоянное напряжение на нагрузке, В;

$B$  - коэффициент, зависящий от тока нагрузки, который определяют по таблице 15:

Таблица 2

Коэффициент	Ток нагрузки, А					
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$B$	0,8	1,0	1,9	1,4	1,5	1,7
$C$	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,8

2. По току нагрузки определяют максимальный ток, текущий через каждый диод выпрямительного моста:

$$I_d = 0,5 C I_H$$

где  $I_d$  - ток через диод, А;

$I_H$  - максимальный ток нагрузки, А;

$C$  - коэффициент, зависящий от тока нагрузки (определяют по табл.).

3. Определение обратного напряжения, которое будет приложено к каждому диоду выпрямителя:

$$U_{обр} = 1,5 U_H$$

где:  $U_{обр}$  - обратное напряжение, В;

$U_H$  - напряжение на нагрузке, В.

4. Выбор диодов, у которых значения выпрямленного тока и допустимого обратного напряжения равны или превышают расчетные.

5. Определение емкости конденсатора фильтра:

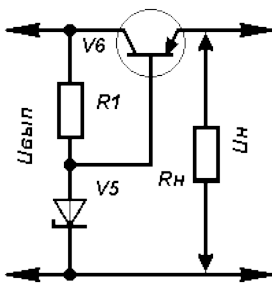
$$C_{\phi} = 3200 I_H / U_H K_{\phi}$$

где:  $C_{\phi}$  - емкость конденсатора фильтра, мкФ;

$I_H$  - максимальный ток нагрузки, А;

$U_H$  - напряжение на нагрузке, В;

$K_{\phi}$  - коэффициент пульсации выпрямленного напряжения ( $10^{-3} \dots 10^{-2}$ )



### Расчет стабилизатора

Для получения более постоянного напряжения на нагрузке при изменении потребляемого тока к выходу выпрямителя подключают

стабилизатор. В таком устройстве работают стабилитрон V5 и регулирующий транзистор V6. Расчет позволит выбрать все элементы стабилизатора, исходя из заданного выходного напряжения  $U_n$  и максимального тока нагрузки  $I_n$ . Однако оба эти параметра не должны превышать параметры уже рассчитанного выпрямителя. А если это условие нарушается, тогда сначала рассчитывают стабилизатор, а затем - выпрямитель и трансформатор питания. Расчет стабилизатора ведут в следующем порядке.

1. Определение необходимого для работы стабилизатора входного напряжения ( $U_{вх}$ ) при заданном выходном ( $U_n$ ):

$$U_{вх} = U_n + 3,$$

Здесь цифра 3, характеризующая минимальное напряжение между коллектором и эмиттером транзистора, взята в расчете на использование как кремниевых, так и германиевых транзисторов. Если стабилизатор будет подключаться к готовому или уже рассчитанному выпрямителю, в дальнейших расчетах необходимо использовать реальное значение выпрямленного напряжения  $U_{вып}$ .

2. Расчет максимально рассеиваемой транзистором мощности:

$$P_{max} = 1,3 (U_{вх} - U_n) I_n,$$

3. Выбор регулирующего транзистора. Его предельно допустимая рассеиваемая мощность должна быть больше значения  $P_{max}$ , предельно допустимое напряжение между эмиттером и коллектором - больше  $U_{вх}$ , а максимально допустимый ток коллектора - больше  $I_n$ .

4. Определение максимального тока базы регулирующего транзистора:

$$I_{б, макс} = I_n / h_{21Э min},$$

где  $h_{21Э min}$  - минимальный коэффициент передачи тока выбранного (по справочнику) транзистора.

5. Выбор стабилитрона. Его напряжение стабилизации должно быть равно выходному напряжению стабилизатора, а значение максимального тока превышать максимальный ток базы  $I_{б max}$ .

6. Определение сопротивления резистора R1:

$$R1 = (U_{вх} - U_{ст}) / (I_{б max} + I_{ст min}),$$

Здесь R1 - сопротивление резистора R1, Ом;

$U_{ст}$  - напряжение стабилизации стабилитрона, В;

$I_{б, макс}$  - вычисленное значение максимального тока базы транзистора, мА;

$I_{ст, min}$  - минимальный ток стабилизации для данного стабилитрона, указанный в справочнике (обычно 3...5 мА).

7. Определение мощности рассеяния резистора R1:

$$P_{R1} = (U_{вх} - U_{ст})^2 / R1,$$

### Порядок выполнения работы:

1. Переписать исходные данные своего варианта
2. Найти неизвестные значения

### Ход работы:

1. Перечертить схему для своей задачи
2. Решить задачу
3. Предоставить результат на проверку преподавателю.

### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта;
- в) результаты расчётов;
- г) выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 1.1. Электрическое поле Лабораторное занятие № 1

### Устройство и виды исполнения конденсаторов, их характеристики

**Цель:** изучить основные параметры конденсаторов, их условные обозначения и цветовую маркировку

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

У 2.2.03. эксплуатировать электрооборудование

У 2.3.03. измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;

**Материальное обеспечение:**

Раздаточный материал, ручка, тетрадь, интернет-ресурсы

**Задание:** изучить устройство конденсатора, указанного для вашего варианта

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с заданием
2. Изучить конденсатор, его устройство в соответствии с вариантом
3. Заполнить таблицу

**Ход работы:**

1. Ознакомьтесь с заданием
2. В соответствии с вариантом, определите тип конденсатора (таблица 16), который требуется изучить

Таблица 1

Вариант	Тип конденсатора	Вариант	Тип конденсатора
1	 тип: бумажный	9	 тип: бумажный
2	 тип: слюдяной	10	 тип: слюдяной
3	 тип: металлоплёночный	11	

			тип: металлоплёночный
4	 <p>тип: электролитический</p>	12	 <p>тип: электролитический</p>
5	 <p>тип: керамический</p>	13	 <p>тип керамический</p>
6	 <p>тип: электролитический танталовый</p>	14	 <p>тип: электролитический танталовый</p>
7	 <p>тип: полимерный</p>	15	 <p>тип: полимерный</p>
8	 <p>тип: плёночный</p>	16	 <p>тип: плёночный</p>

3. Перечертите и заполните таблицу 1 , пользуясь справочными данными и интернет-ресурсами:

Таблица 2

Тип конденсатора	
Ёмкость	
Краткое описание конструкции	

Номинальное напряжение	
Дополнительные параметры с их кратким описанием	
Области применения данного типа конденсаторов	

### **Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) таблица с полной информацией об исследуемом объекте;
- г) выводы по работе.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## **Лабораторное занятие № 2**

### **Простейшие линейные электрические цепи постоянного тока**

**Цель:** получение навыков сборки простых электрических цепей, включения в электрическую цепь измерительных приборов. Научиться измерять токи и напряжения, убедиться в соблюдении законов Ома и Кирхгофа в линейной электрической цепи постоянного тока. Исследовать особенности последовательного и параллельного соединения в электрических цепях постоянного тока.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- У 2.1.08. анализировать электронные схемы;

### **Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Электрические цепи» ЭЦ-МР-01

### **Задание:**

Собрать схему и изучить свойства цепи постоянного тока

### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Собрать линейную электрическую цепь постоянного тока с последовательным соединением элементов (рис. 1), выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 1). Представить схему для проверки преподавателю.

Таблица

Вариант	1	2	3	4	5	6
E2, В	12	10	8	12	10	8
R1*	R5-1	R5-2	R5-3	R5-1	R5-2	R5-3
R2*	R3	R3	R3	R8	R8	R8

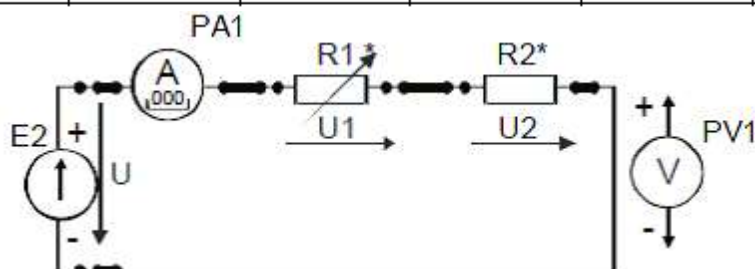


Рисунок 1

3. Включить электропитание стенда и источник электропитания E2. Установить в соответствии с заданным вариантом значение напряжения источника E2, подключив к его выходным клеммам вольтметр. Подключая вольтметр PV1 к соответствующим гнездам, измерить величину напряжения на резисторах R1 и R3, а также ток I в цепи. Результаты измерений занести в табл. 1.

Изменить по указанию преподавателя величину сопротивления R1 с помощью соответствующего тумблера (позиции 1, 2 или 3) и снова провести аналогичные измерения. Выключить источник E2. По результатам измерений вычислить величину сопротивления каждого потребителя (R1 и R2) и общее (эквивалентное) сопротивление RЭ цепи. Результаты вычислений занести в табл. 2. Выключить источник электропитания.

Таблица 2

Измерено			Вычислено			
Напряжение на входе цепи U, В	Ток в цепи, I, А	Напряжение на потребителе, В		Сопротивление потребителя, Ом		Эквивалентное сопротивление цепи, RЭ, Ом
		U1	U2	R1	R2	

Сравнить результаты измерений и убедиться в том, что сумма сопротивлений отдельных потребителей равна сопротивлению всей цепи. Убедиться в соблюдении второго закона Кирхгофа. Объяснить изменение режима работы цепи и отдельных потребителей при изменении величины сопротивления одного из резисторов.

4. Собрать электрическую цепь с параллельным соединением резисторов (рис. 2), выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 2). Представить схему для проверки преподавателю.

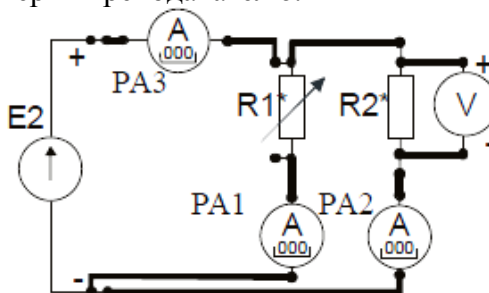


Рисунок 2

Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6
E2, В	12	10	8	12	10	8
R1	R4-1	R4-2	R4-3	R4-1	R4-2	R4-3
R2	R7	R7	R7	R9	R9	R9

5. Включить источник постоянного напряжения E2. Установить заданное значение напряжения питания. Измерить напряжения и токи на всех участках цепи. Результаты занести в табл. 2.
6. Изменить по указанию преподавателя величину сопротивления R1 с помощью соответствующего тумблера и снова провести аналогичные измерения. Выключить электропитание. По результатам измерений рассчитать сопротивления резисторов R1, R2 и сопротивление всей цепи RЭ, проводимости отдельных ветвей g1 и g2 и всей цепи gЭ. Результаты вычислений занести в табл. 3. Убедиться в соблюдении первого закона Кирхгофа.
7. Проанализировать влияние изменения величины сопротивления резистора R1 на режим работы цепи и отдельных потребителей. Объяснить, почему это имеет место.

Таблица 3

Измерено			Вычислено						
U, В	I1, А	I2, А	I3, А	R1, Ом	R2, Ом	g1, См	g2, См	gЭ, См	RЭ, Ом
		—	—						
			—						

8. Сделать выводы о выполнении законов Кирхгофа и о применении закона Ома в линейной электрической цепи постоянного тока.

#### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- результаты расчетов;
- выводы по работе.

#### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

### Лабораторное занятие № 3

#### Смешанное соединение элементов в электрической цепи постоянного тока

**Цель:** получение навыков сборки электрических цепей, измерений токов и напряжений на отдельных участках электрической цепи; убедиться в соблюдении законов Кирхгофа в разветвленной линейной электрической цепи; научиться применять законы Кирхгофа в графическом виде. Исследовать особенности смешанного соединения элементов в электрических цепях постоянного тока.



**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

— У 2.3.03. -измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;

**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Электрические цепи» ЭЦ-МР-01

**Задание:**

Собрать схему и изучить свойства смешанного соединения элементов цепи постоянного тока.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.

2. Собрать цепь со смешанным соединением резисторов (рис. 1).

Собрать цепь со смешанным соединением резисторов, выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 1). Представить схему для проверки преподавателю.

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6
E2, В	12	10	8	12	10	8
R1	R2	R3	R2	R3	R2	R3
R2	R4-1	R4-1	R4-1	R4-2	R4-2	R4-3
R3	R7	R7	R7	R9	R9	R9

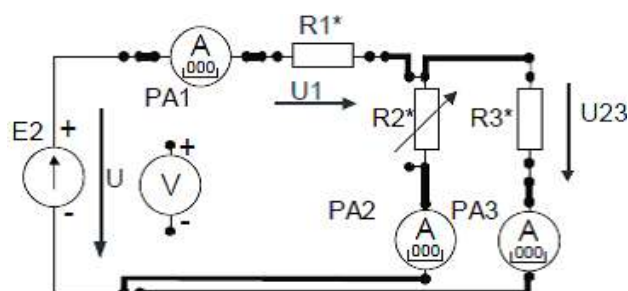


Рисунок 1

3. После проверки схемы преподавателем включить источник питания E2, установить заданное значение величины напряжения питания и измерить напряжения на входе цепи U и на всех участках цепи (U1 и U2), а также все токи (I1, I2 и I3). Результаты занести в табл. 2.

Таблица 2

Измерено						Вычислено				
U, В	U1, В	U2, В	I1, А	I2, А	I3, А	P1, Вт	P2, Вт	P3, Вт	P, Вт	RЭ, Ом

4. С помощью соответствующего тумблера установить новое значение резистора R2 и снова измерить напряжения и токи в цепи. Выключить источник питания E2. По результатам измерений вычислить мощность каждого участка цепи P1, P2, P3 и всей цепи P, определить эквивалентное сопротивление цепи RЭ, Результаты вычислений занести в табл. 13. Выключить электропитание.

5. Проанализировать влияние изменения величины сопротивления резистора R2 на режим работы всей цепи и отдельных потребителей. Объяснить, почему это имеет место.

6. Проверить выполнение баланса мощностей.

7. Сделать выводы о выполнении законов Кирхгофа.

### **Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## **Тема 2.1. Магнитное поле, его характеристики**

### **Лабораторное занятие №4**

#### **Виды ферромагнитных материалов, исследование их характеристик.**

**Цель:** исследование характеристик и видов ферромагнитных материалов; изучение петли гистерезиса.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* У 1.2.04. использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности

#### **Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд

#### **Задание:**

Изучить свойства ферромагнитных материалов и их виды.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Соедините выход генератора с гнездом G измерительного стенда, к гнезду U подключите вольтметр. Входы каналов X и Y осциллографа соедините с гнездами X и Y измерительного стенда соответственно. Ручки переключения коэффициентов усиления каналов X и Y поставьте в положения 50 мВ/дел и 20 мВ/дел. соответственно ( $U_x = 50$  мВ,  $U_y = 20$  мВ). Включите приборы в сеть. Прогрейте в течение 5 мин. С помощью ручек осциллографа добейтесь положения луча в центре экрана. Установите частоту сигнала генератора 50 Гц. При помощи регулятора выхода генератора получите на экране осциллографа предельную петлю гистерезиса. Вершина петли по координате X должна занимать четыре клетки, считая от центра экрана. Напряжение, измеряемое вольтметром, должно равняться при этом  $\sim 1$  В.

Снятие основной кривой намагничивания. Изменяя величину сигнала на выходе генератора, зарисуйте семейство петель гистерезиса и запишите в таблицу 1. координаты их вершин при  $X=1,2,3,4$  делений.

Таблица 1

X, дел	H <sub>m</sub> , А/м	Y, дел.	B <sub>m</sub> , Тл	И

Масштабы осей осциллографа рассчитайте по формулам:

$$m_x = \frac{U_x W_1}{2\pi r_{cp} R_T}, \frac{A}{дел}; \quad m_y = \frac{U_y C_{II} R_{II}}{W_2 S}, \frac{Тл}{дел}$$

где  $R_T=10 \text{ Ом}$ ;  $r_{LT}=0,021 \text{ м}$ ;  $W_1=100$ ;  $W_2=1330$ ;  $C_{II}=10 \cdot \Phi$ ;  $R_{II}=10^5 \text{ Ом}$ ;  $S=10^4$ .

Напряженность поля и магнитная индукция в образце, соответствующие отклонению луча осциллографа в точке с координатами (X,Y) равны

$$H_m = m_x X; \quad B_m = m_y Y.$$

Значение магнитной проницаемости по данным осциллографических исследований вычисляется из основной кривой намагничивания согласно выражению:

$$\mu = \frac{B_m}{\mu_0 H_m},$$

2. Результаты расчета занесите в таблицу 1 и постройте по ним основную кривую намагничивания и зависимость.

3. Подготовьте устные ответы на следующие вопросы:

- Объясните зависимость магнитной проницаемости ферромагнетика от напряженности магнитного поля.
- Что такое «петля гистерезиса»?
- Назовите основные виды потерь в ферромагнитных сердечниках. Какие потери и почему более опасны на высоких частотах?
- Как объяснить влияние частоты на значение магнитной проницаемости металлического ферромагнетика?
- Охарактеризуйте свойства магнитомягких материалов, их области применения.
- Охарактеризуйте свойства магнитотвердых материалов, их области применения.

### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы экспериментов и кривые полученных экспериментальных данных;
- устный ответ на поставленные вопросы;
- выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведен, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведен, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Тема 3.1. Электрические цепи переменного тока

### Лабораторное занятие № 5

#### Экспериментальное определение параметров элементов цепей переменного тока

**Цель:** приобретение навыков определения параметров элементов в цепях переменного тока по результатам измерений, включения в цепь вольтметра и амперметра, измерения тока и напряжения, применения закона Ома в цепи переменного тока.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- У 2.2.03-измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;
- У 1.4.03-правильно эксплуатировать электрооборудование.

**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Электрические цепи» ЭЦ-МР-01

**Задание:**

Собрать схему и изучить свойства цепи переменного тока

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Экспериментальное определение величины сопротивления резистора.

Собрать схему по рисунку 1. В качестве резистора R\* использовать резистор R11 или R10 (табл. 1). В соответствии с заданным вариантом установить соответствующий тумблер в заданную позицию (1, 2 или 3). Представить схему для проверки преподавателю.

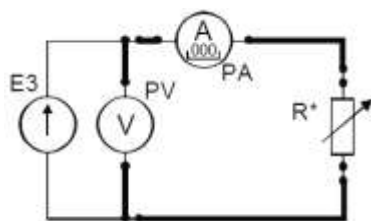


Рисунок 1

Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6
U, В	5	7	6	5	7	6
R*	R10-1	R10-2	R10-3	R11-1	R11-2	R11-3

Включить электропитание стенда и источник питания E3, установить заданное значение напряжения источника питания и измерить величину напряжения и тока в цепи. Результаты занести в таблицу 1.

3. Для определения величины емкости конденсатора собрать схему по рисунку 1. В качестве исследуемого конденсатора C\* использовать переключаемый конденсатор C1 в соответствующей позиции переключателя (например, запись C1-2 означает, что переключатель батареи конденсаторов C1 должен быть в позиции «2»). После проверки схемы преподавателем включить электропитание стенда и источник питания E3, установить у измерителя мощности режим измерения частоты f. В соответствии с заданием (табл. 2) установить заданные значения величины напряжения питания и его частоты. Частоту устанавливать с точностью  $\pm(5...10)$  Гц. Измерить величину тока, напряжения и частоты в цепи. Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2

№ варианта	1	2	3	4	5	6
U, В	5	5	5	7	7	7
C*	C1-1	C1-2	C1-3	C1-4	C1-5	C1-3
f, Гц	300±10	250±10	200±10	160±10	130±10	100±10

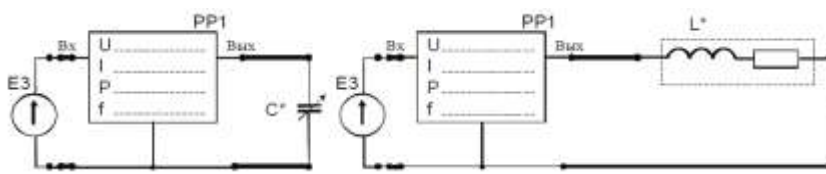


Рисунок 2

4. Для определения параметров реальной катушки индуктивности собрать схему по рисунку 12. В качестве исследуемой катушки  $L^*$  использовать катушки  $L1$ ,  $L2$  стенда или их последовательное соединение ( $L1+L2$ ) в соответствии с заданным вариантом (табл. 3).

Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6
$L^*$	$L1$	$L1$	$L2$	$L2$	$L1+L2$	$L1+L2$
$f$ , Гц	200	300	250	350	200	300

После проверки схемы преподавателем включить электропитание стенда и источник питания  $E3$ , установить значения величину напряжения питания 7 В и заданное значение частоты  $f$ . Частоту устанавливать с точностью  $\pm(5 \dots 10)$  Гц. Измерить величину тока и активной мощности в цепи. Результаты занести в таблицу 28.

5. Определить величину активного сопротивления катушки методом амперметра и вольтметра. Для этого подключить её к источнику постоянного напряжения  $E2$  (рис. 13). Установить у цифрового амперметра режим измерения постоянного тока. После проверки схемы преподавателем включить источник питания  $E2$ , установить у него выходное напряжение 10 В и измерить величину постоянного тока в цепи. Результат занести в таблицу 4. Выключить электропитание.

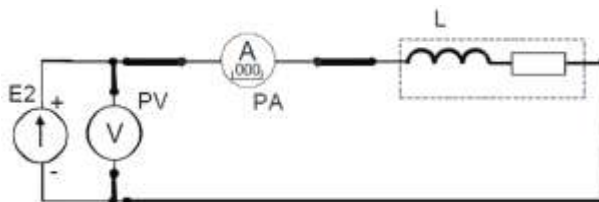


Рисунок 3

Таблица 4

Включено	Измерено				Вычислено			
	U, В	I, mA	$f$ , Гц	P, Вт	Z, Ом	R, Ом	L, мГн	C, мкФ
$R^*$			-----				-----	-----
$C^*$				-----		-----	-----	
$L^*$								-----
$L^*$			-----	-----	-----		-----	-----

6. По результатам измерений рассчитать полное сопротивление  $Z$  каждого элемента, активное сопротивление  $R$ , величину индуктивности  $L$  и емкости  $C$  и построить векторные диаграммы.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) электрические схемы опытов;
- в) таблицы с результатами опытов и вычислений;
- г) расчетные соотношения;
- д) векторные диаграммы для резистора, реальной катушки и конденсатора;
- е) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Лабораторное занятие № 6

### Электрические цепи переменного тока с последовательным соединением элементов

**Цель:** приобретение навыков сборки простых электрических цепей и измерения напряжений на отдельных участках цепи, изучение свойств цепей при последовательном соединении активных и реактивных элементов, знакомство с явлением резонанса напряжений, построение векторных диаграмм.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

— У 2.3.03-измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;

#### Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд «Электрические цепи» ЭЦ-МР-01

#### Задание:

Собрать схему и изучить свойства цепи переменного тока с последовательным соединением элементов.

#### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Собрать электрическую цепь с последовательным соединением резистора  $R^*$  и конденсатора  $C^*$  (рис. 1), используя элементы цепи в соответствии с заданным вариантом (табл. 1). В качестве резистора  $R^*$  использовать перестраиваемый резистор R10 в соответствующей позиции переключателя. У цифровых амперметров установить режим измерения переменного тока. Предъявить схему для проверки преподавателю.

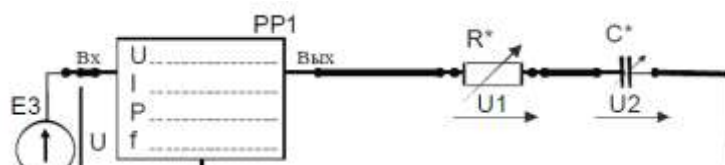


Рисунок 1  
Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6
$R^*$	R10-1	R10-2	R10-3	R10-1	R10-2	R10-3
$C^*$	C2-5	C2-5	C2-5	C2-4	C2-4	C2-4

3. Включить питание стенда, источник переменного напряжения E3. Установить на выходе источника питания E3 напряжение 7 В с частотой  $400 \pm 10$  Гц. Провести измерения указанных в таблице 2 величин. Результаты измерений занести в таблицу 2. Выключить источник электропитания E3.

Таблица 2

Схема	U, В	I, мА	U <sub>R</sub> , В	U <sub>К</sub> , В	U <sub>С</sub> , В	P, Вт
RC				-----		
Z <sub>кC</sub>			-----			

4. Собрать электрическую цепь с последовательным соединением реальной катушки индуктивности L\* конденсатора С\* (рис. 2), используя элементы цепи в соответствии с заданным вариантом (табл. 3). Предъявить схему для проверки преподавателю.

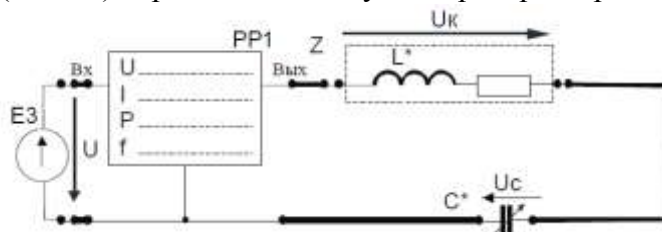


Рисунок 2

Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6
L*	L1	L1	L1	L2	L2	L2
C*	C2-1	C2-2	C2-3	C2-3	C2-4	C2-2

5. Включить электропитание, установить на выходе источника питания E3 напряжение 7 В с частотой 400±10 Гц. Провести измерения указанных в таблице величин для цепи с последовательным соединением реальной катушки индуктивности L и конденсатора С. Результаты измерений занести в табл. 3. Выключить электропитание.

6. Для исследованных цепей по результатам измерений рассчитать:

- полную мощность цепи S,
- реактивную мощность цепи Q,
- коэффициент мощности цепи cosφ и угол сдвига фаз φ между напряжением на входе цепи и током,
- коэффициент мощности катушки cosφ<sub>к</sub> и угол сдвига фаз cosφ между напряжением на катушке и током,
- полные, активные и реактивные сопротивления всей цепи и отдельных участков (Z<sub>к</sub>, R<sub>к</sub>, X<sub>к</sub>, X<sub>с</sub>, Z<sub>э</sub>, R<sub>э</sub>, X<sub>э</sub>). Результаты занести в таблицу 4.

Таблица 4

S=UI, ВА	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$ , ВАр	cosφ <sub>к</sub>	φ <sub>к</sub> , град	cosφ	φ, град	Z <sub>к</sub> , Ом	R <sub>к</sub> , Ом	X <sub>к</sub> , Ом	X <sub>с</sub> , Ом	Z <sub>э</sub> , Ом	R <sub>э</sub> , Ом	X <sub>э</sub> , Ом

7. По результатам измерений для исследованных цепей построить в масштабе векторные диаграммы, треугольники сопротивлений и мощностей, сделать вывод о характере каждой исследованной цепи.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схему исследуемой цепи;
- в) таблицы с результатами опытов и вычислений;
- г) расчетные соотношения;

- д) векторные диаграммы;
- е) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

**Лабораторное занятие №7**

**Соединение трёхфазной цепи переменного тока по схемам «звезда», «треугольник»**

**Цель:** ознакомиться с трехфазными системами, измерением фазных и линейных токов и напряжений. Проверить основные соотношения между токами и напряжениями симметричного и несимметричного трехфазного потребителя. Выяснить роль нейтрального провода в четырехпроводной трехфазной системе.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- У 2.3.03.-итать принципиальные электрические схемы устройств;
- У 1.4.03-эксплуатировать электрооборудование.

**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01.

**Задание:**

Собрать схему и изучить свойства трехфазной цепи переменного тока

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить тему «Трехфазные электрические цепи при соединении по схеме «звезда», содержание данной лабораторной работы.
2. Начертить принципиальные схемы исследуемых цепей исследуемых цепей с включенными измерительными приборами.
3. Ознакомиться с лабораторной установкой.
4. Включить электропитание стенда. Включить трехфазный источник питания Е4 и измерить стрелочным вольтметром линейные и фазные напряжения источника питания на холостом ходу. Результаты измерений занести в табл. 33. Выключить источник электропитания.  
Проверить соотношение между линейными и фазными напряжениями источника питания.

Таблица 1 - Результаты измерений

Измерено на клеммах источника питания						Вычислено		
Линейные напряжения			Фазные напряжения					
U <sub>ab</sub> , В	U <sub>bc</sub> , В	U <sub>ca</sub> , В	U <sub>a</sub> , В	U <sub>b</sub> , В	U <sub>c</sub> , В	U <sub>л</sub> , В	U <sub>ф</sub> , В	U <sub>л</sub> /U <sub>ф</sub>

5. Собрать симметричную четырехпроводную трехфазную электрическую цепь (рис. 16). В качестве амперметров использовать цифровые приборы в режиме измерения переменного тока (тумблер режима работы приборов в позиции «~»), В качестве потребителей



RA, RB, RC использовать резисторы R17, R18, R19, установив соответствующие тумблеры в позицию «1». Представить схему для проверки преподавателю.

6. Исследовать режимы работы симметричной трехфазной цепи при наличии и отсутствии нейтрального провода, а также влияние нейтрального провода и обрыва линейного провода заданной фазы (табл.34) на режим работы цепи. Для этого включить электропитание стенда, источник трехфазного напряжения E4 и измерять линейные токи IA, IB, IC и ток в нейтральном проводе IN, фазные напряжения источника UA, UB, UC, фазные напряжения на потребителях? и напряжение смещения нейтрали Un. Напряжения измерять, подключая выводы вольтметра к соответствующим клеммам. Результаты измерений занести в табл. 34. Выключить источник питания E4.

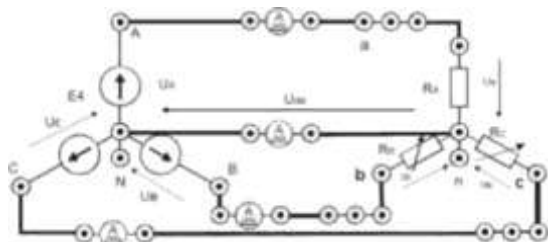


Рисунок 1 - Схема трехфазной электрической цепи

Таблица 2 - Исходные данные для сборки цепи

Ns варианта	1	2	3	4	5	6
Ra	R18	R18	R18	R18	R18	R18
Ru	R1 7-2	R1 7-2	R1 7-3	R17-1	R1 7-2	R17-3
Rc	R19-1	R19-2	R19-2	R19-2	R19-3	R19-3
Обрыв провода	A	B	C	A	B	C

7. По результатам измерений вычислить
- среднее значение линейных напряжений источника питания;
  - среднее значение фазных напряжений источника питания;
  - отношение между ними;
  - среднее значение тока при симметричной нагрузке.

8. Для всех проведенных опытов методом засечек построить в масштабе векторные диаграммы.

9. Сравнить режимы работы и сделать вывод о влиянии нейтрального провода на работу трехфазной системы при симметричной и несимметричной нагрузке.

#### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схему исследуемой цепи;
- в) таблицы с результатами опытов и вычислений;
- г) расчетные соотношения;
- д) векторные диаграммы;
- е) выводы по работе.

#### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведен, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведен, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

### Тема 3.3. Измерительные приборы Лабораторное занятие № 8

#### Электроизмерительные приборы и измерения электрических величин

**Цель:** изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных работах, выполняемых на стенде. Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках стрелочных электроизмерительных приборов, получение навыков работы с цифровыми измерительными приборами.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- У 2.1.09-использовать электронные приборы и устройства

**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Электрические цепи» ЭЦ-МР-01

**Задание:**

Изучить параметры электроизмерительных приборов

**Порядок выполнения работы**

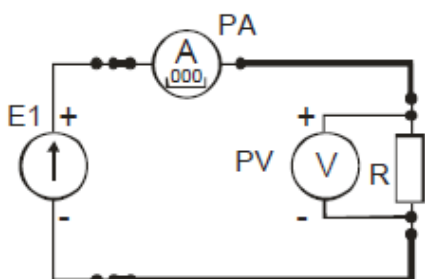
1. Изучение паспортных характеристик стрелочных электроизмерительных приборов. Для этого внимательно рассмотреть лицевые панели стрелочных амперметров и заполнить табл. 1.

Таблица 1

Характеристика электроизмерительного прибора		
Наименование прибора	Вольтметр	Вольтметр
Система измерительного механизма		
Предел измерения		
Цена деления		
Минимальное значение измеряемой величины		
Класс точности		
Допустимая максимальная абсолютная погрешность		
Род тока		
Нормальное положение шкалы		
Прочие характеристики		

2. Построить график зависимости относительной погрешности измерения от измеряемой величины

$\gamma_{изм} = f(A_{изм})$  для прибора, указанного преподавателем. Сделать вывод о величине относительной погрешности измерения в начальной и конечной части шкалы, о характере изменения погрешности вдоль шкалы прибора.



2. Измерить величину сопротивления, заданного преподавателем, методом амперметра и вольтметра. Для этого собрать электрическую цепь по рис. 1. Установить тумблер режима работы измерителя тока в позицию «⇒».

Рисунок 2

После проверки схемы, включить электропитание и занести полученные данные в табл. 2. Выключить электропитание. Рассчитать, используя закон Ома, величину заданного сопротивления R. Результат занести в табл. 2

Таблица 2

U, В	I, мА	R, Ом

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) технические данные измерительных приборов;
- в) график зависимости относительной погрешности измерений  $\gamma_{изм} = f(A_{изм})$
- г) результаты измерений;
- д) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Лабораторное занятие № 9

### Правила работы с мультиметром

**Цель:** изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных работах, выполняемых на стенде. Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках стрелочных электроизмерительных приборов, получение навыков работы с цифровыми измерительными приборами.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- У 2.1.09-использовать электронные приборы и устройства

**Материальное обеспечение:**

Мультиметры

**Задание:**

Изучить правила работы с мультиметром

**Порядок выполнения работы**

1. Изучите лицевую часть мультиметра, представленного на рисунке 1



Рисунок 1

Таблица 1

Наименование отделения шкалы мультиметра	Измеряемая в этом режиме величина	Пределы измерения измеряемой величины
V~		
V-		
Ω		
⎓ )))		
hFE		
10 A		
A-		
гнездо 10 ADC		
гнездо VΩmA		
гнездо COM		

Ответьте на вопросы, пользуясь учебной литературой:

1. Можно ли проводить переключение пределов измерения переключателем во время текущего измерения напряжения и силы тока?
2. Можно измерять напряжение в режиме измерения тока, и наоборот?
3. Можно ли прозванивать или измерять сопротивление, не отключив источник питания на измеряемом элементе?
4. Для чего нужен режим прозвонки?

5. С каких значений нужно начинать измерения напряжения и тока? (Максимальных, или минимальных)
6. Что означают цифры «1» и «0» при измерении сопротивления?
7. Как (последовательно или параллельно) нужно подключать щупы мультиметра к нагрузке, чтобы измерить напряжение и силу тока?

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) заполненную таблицу 34;
- в) ответы на поставленные вопросы;
- д) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

**Тема 4.1. Основы электропривода**

**Лабораторное занятие №10**

**Исследование схемы пуска асинхронного двигателя**

**Цель:** изучение схемы пуска асинхронного двигателя

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

— У 2.2.03-измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;

**Материальное обеспечение:**

Контактор, кнопочный пост, автоматический выключатель, мультиметр, тепловое реле

**Задание:**

Изучить схему пуска асинхронного двигателя, и контакты аппаратов схемы

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить схему пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

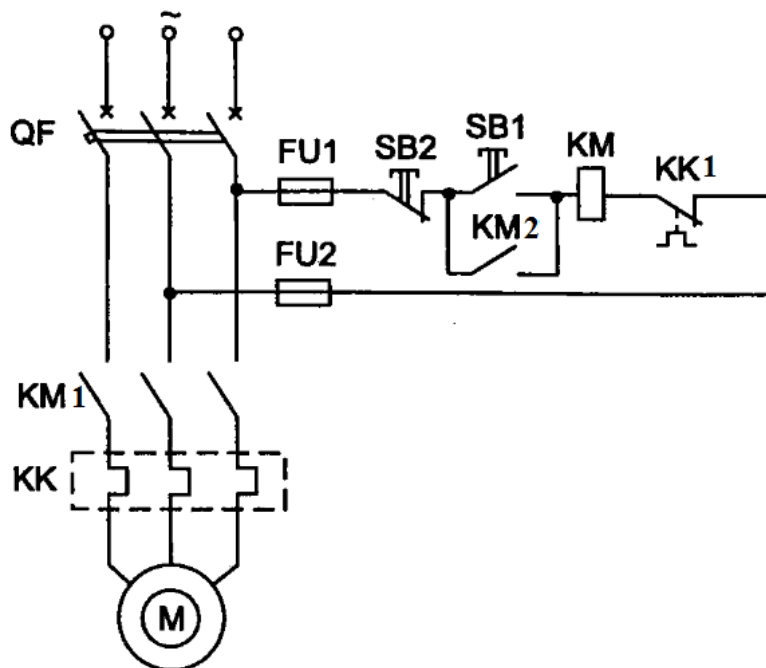


Рисунок 1

Обозначение элементов на схеме: QF – трехполюсный автоматический выключатель; FU – предохранители, M- статор двигателя асинхронного, KK – тепловое реле, KK – тепловое реле, KK1 – нормально замкнутый контакт теплового реле, SB 2- кнопка Стоп, SB 1 – кнопка Пуск, KM – катушка контактора, KM 1 – силовые контакты контактора, KM 2 – нормально открытый контакт контактора.

2. Изучить аппараты и контакты аппаратов, их расположение на схеме.
3. Ответить на вопросы к лабораторной работе.

#### Ход выполнения работы:

1. Перечертите и изучите схему управления асинхронным двигателем.
2. Изучите предложенные аппараты, такие как: контактор, кнопочный пост, автоматический выключатель.
3. Ответьте на следующие вопросы:
  - а. Где силовая часть цепи, а где цепь управления на схеме?
  - б. Как определить с помощью прозвонки нормально открытую (пуск) и нормально закрытую (стоп) кнопки?
  - в. Какие контакты контактора являются силовыми? Какие контакты контактора являются выводами катушки?
  - г. Для чего нужно тепловое реле? Где находится его нормально закрытый контакт для цепи управления?
  - д. Каков принцип работы схемы?
  - е. Чем можно заменить предохранители на схеме?

#### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схему электрическую;
- в) ответы на вопросы;
- е) выводы по работе.

#### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Лабораторное занятие №10

### Сборка схемы пуска асинхронного двигателя

**Цель:** изучение схемы пуска асинхронного двигателя

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- У 2.2.03-измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;
- У 1.4.03-читать принципиальные электрические схемы устройств.

**Материальное обеспечение:**

Контактор, кнопочный пост, автоматический выключатель, мультиметр, провода, инструмент, тепловое реле

**Задание:**

Собрать схему пуска асинхронного двигателя.

**Порядок выполнения работы:**

1. Вспомнить схему пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

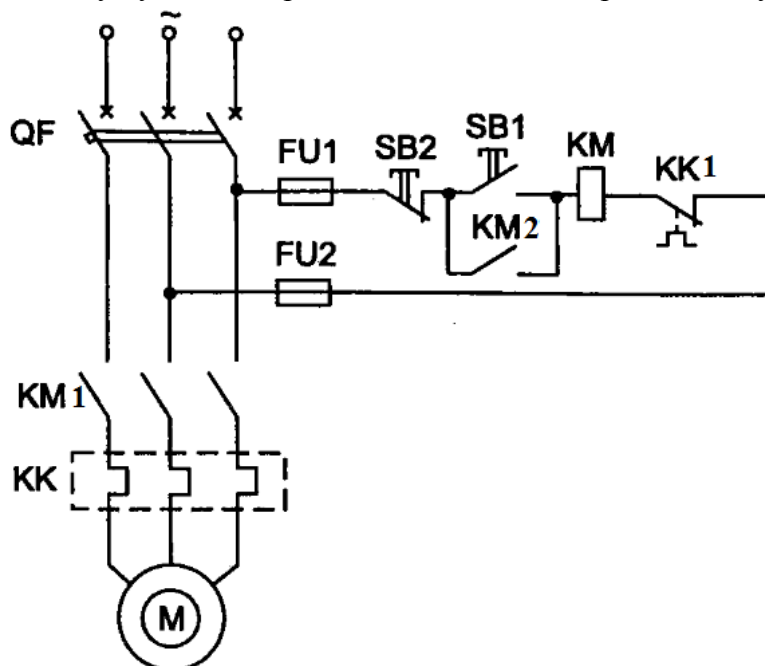


Рисунок 1

Обозначение элементов на схеме: QF – трехполюсный автоматический выключатель; FU – предохранители, М- статор двигателя асинхронного, КК – тепловое реле, КК1 – нормально замкнутый контакт теплового реле, SB 2- кнопка Стоп, SB 1 – кнопка Пуск, KM – катушка контактора, KM 1 – силовые контакты контактора, KM 2 – нормально открытый контакт контактора.

2. Собрать схему пуска асинхронного двигателя

### Ход выполнения работы:

1. Соберите схему, пользуясь инструментом и консультируясь с преподавателем;
2. Предоставьте схему на проверку преподавателю;
3. Исправьте ошибки, если они есть.

ПОМНИТЕ, что подавать напряжение на схему может только ПРЕПОДАВАТЕЛЬ!

### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схему электрическую;
- в) собранную схему пуска двигателя;
- е) выводы по работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Лабораторное занятие № 12

### Исследование диодов

**Цель:** изучение характеристик и параметров диодов

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- У 2.1.09-использовать электронные приборы и устройства.

**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Основы электроники»

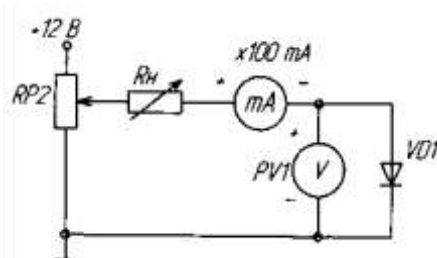
**Задание:**

Собрать схему и изучить свойства диодов.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. включить токоограничивающий резистор  $R_H$ .

Рисунок 1





3. Снять вольтамперную характеристику (ВАХ) для прямой ветви. Для снятия характеристик регулировать напряжение на выходе потенциометра. Результаты измерений занести в таблицу 1, по которой построить прямую ветвь ВАХ.
4. Собрать схему (рис.2) для снятия обратной ветви ВАХ, подключив к RP2 источник -12В и заменив миллиамперметр, поменяв также его полярность подключения. Снять обратную ветвь ВАХ диода.

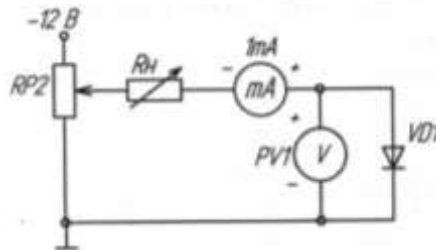


Рисунок 2

5. Определить параметры диода: максимальное напряжение между анодом и катодом в открытом состоянии при максимальном анодном токе, пороговое напряжение и дифференциальное напряжение.

Таблица 1

I, mA	0							
U, V	0							

#### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы соединений для выполнения экспериментов;
- в) таблицы с результатами эксперимента;
- г) вольтамперные характеристики диода;
- е) выводы по работе.

#### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

### Лабораторное занятие № 13

#### Исследование биполярного транзистора

**Цель:** изучение характеристик и параметров биполярного транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- У 2.1.09-использовать электронные приборы и устройства.

**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Основы электроники»

**Задание:**

Собрать схему и изучить вольтамперную характеристику биполярного транзистора.

**Порядок выполнения работы**

1. Собрать схему (рис. 1) для снятия статической характеристики прямой передачи по току  $I_K = f(I_B)$  биполярного транзистора. Для измерения тока базы подключить миллиамперметр PA1 (до 1 мА), а для измерения тока коллектора подключить PA2 (до 100 мА). Для измерения напряжения на коллекторе использовать вольтметр PV1, в качестве резистора в цепи коллектора использовать резистор RP3. Результаты измерений занести в таблицу 36.

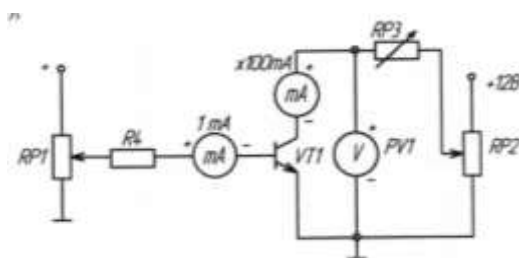


Рисунок 1

Таблица 1

$I_B$ , мА	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$I_K$ , мА								

2. Снять статическую характеристику прямой передачи по току при  $U_K$ , равному значению  $E_K$  и  $R_K=0$ . Экспериментальные точки записывать в таблицу 2 и наносить на график. При снятии характеристики следить за постоянством напряжения на коллекторе по вольтметру.

Таблица 2

$I_B$ , мА	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$I_K$ , мА								

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схема соединений для выполнения эксперимента;
- таблицы с результатами эксперимента;
- экспериментальные характеристики транзистора;
- выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Лабораторное занятие №14

### Исследование схем выпрямления однофазного, трехфазного переменного тока

**Цель работы.** Рассмотреть принцип действия различных схем выпрямителей переменного тока.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* У 2.1.08. анализировать электронные схемы;

**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Основы электроники»

**Задание:**

Собрать схему и исследовать схемы выпрямления однофазного, трехфазного переменного тока .

**Порядок выполнения работы:**

Исследовать цепь **однофазного** однополупериодного выпрямления переменного тока, для чего:

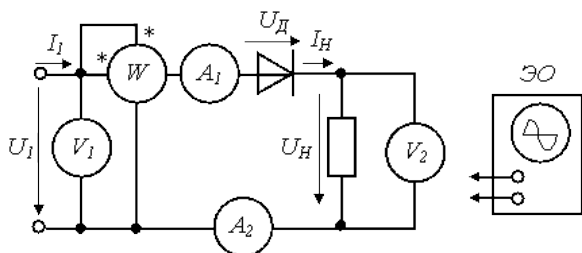


Рис. 16.1. Схема однофазного однополупериодного выпрямления

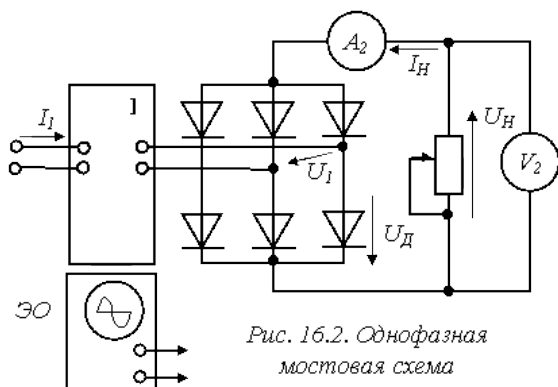


Рис. 16.2. Однофазная мостовая схема

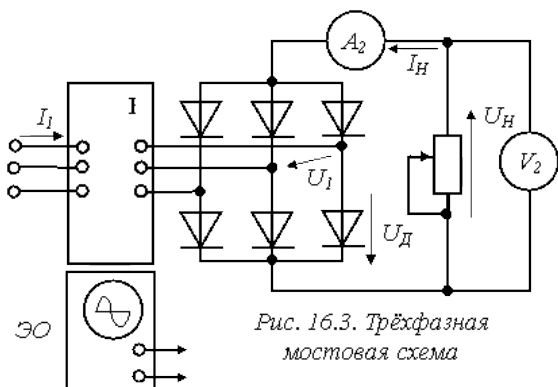


Рис. 16.3. Трёхфазная мостовая схема

1. Собрать схему (рис. 16.1). Для измерения напряжения  $U$ , тока  $I$  и активной мощности  $P$  источника использовать приборы электромагнитной системы, а напряжения  $U_{Hcp}$  и тока  $I_{Hcp}$  нагрузки - приборы магнитоэлектрической системы, реагирующие на средние значения величин. В качестве нагрузки использовать реостат с сопротивлением 100 Ом, а в качестве диода - один из вентилях трехфазной мостовой схемы.

2. Включить цепь на линейное напряжение источника и записать в табл. 1 показания измерительных приборов.

Таблица 1

Измерено						Вычислено			
$U$ ,	$I$ ,	$P$ ,	$U_{Hcp}$ ,	$I_{Hcp}$ ,	$U_{Дм}$ ,	$kCX$	$\frac{U_{Дм}}{U_{Hcp}}$	$\frac{I}{I_{Hcp}}$	$\cos \varphi$
В	А	Вт	В	А	В				

Результаты исследования схемы однофазного однополупериодного выпрямления переменного тока

3. С экрана осциллографа перенести на кальку в одном масштабе графики трех напряжений  $u(t)$ ,  $u_{Д}(t)$  и  $u_{H}(t)$ . Объяснить характер полученных кривых. Из осциллограммы  $u_{Д}(t)$  определить величину максимального напряжения на диоде  $U_{Дм}$ , и занести в табл. 16.1.

4. Вычислить отношения напряжений и токов  $\frac{U_{Дм}}{U_{Hcp}}$ ,  $\frac{U_{Дм}}{U_{Hcp}}$ , а также  $kCX$ ,  $\cos \varphi$ .

Результаты вычислений записать в табл. 1.

Исследовать цепь однофазного мостового выпрямления переменного тока.

5. Собрать схему (рис. 16.2) (комплект К-50 включить по однофазной схеме измерения). Приборы  $A2$  и  $V2$ , должны быть магнитоэлектрической системы. В качестве нагрузки используется реостат с сопротивлением 100 Ом.

6. Включить источник и записать в табл. 2 показания измерительных приборов.

7. С экрана осциллографа перенести на кальку в одном масштабе временные зависимости трех напряжений  $u(t)$ ,  $u_{Д}(t)$  и  $u_{H}(t)$ . Объяснить характер полученных кривых. Из осциллограммы  $u_{Д}(t)$  определить величину максимального напряжения на диоде  $U_{Дм}$  и занести в табл. 16.2.

8. Вычислить коэффициент схемы  $kCX$ , коэффициент мощности выпрямителя  $\cos \varphi$ , КПД выпрямителя  $\eta$  и отношения напряжений и токов в схеме. Результаты вычислений занести в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследования мостовых схем выпрямления переменного тока

Измерено						Вычислено				Схема выпрямления
U, В	I, А	P, Вт	U <sub>Нсп</sub> , В	I <sub>Нсп</sub> , А	U <sub>Дт</sub> , В	кСХ	$\frac{U_{Дт}}{U_{Нсп}}$	$\frac{I}{I_{Нсп}}$	cos φ	
										Однофазная мостовая
										Трёхфазная мостовая

Исследовать трехфазную мостовую схему выпрямления переменного тока.

Собрать схему рис. 16.3 (комплект К-50 включить по трехфазной схеме). Выполнить те же исследования, что и в п.2.2 и результаты занести в табл. 2. При этом следует иметь в виду, что для трехфазной схемы выпрямления

$$\cos \varphi = \frac{P_{\phi}}{U_{\phi} I_{\phi}}$$

Здесь P<sub>Ф</sub> - активная мощность одной фазы источника, U<sub>Ф</sub> - фазное напряжение источника. Следует также учесть, что К-50 измеряет фазное напряжение источника.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схема соединений для выполнения эксперимента;
- в) таблицы с результатами эксперимента;
- г) обработанные осциллограммы;
- е) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

**Лабораторное занятие № 15**

**Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе**

**Цель:** изучение характеристик, параметров и режимов работы усилительного каскада на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

У 1.4.03. читать принципиальные электрические схемы устройств

У 2.1.09. использовать электронные приборы и устройства

**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Основы электроники»

**Задание:**

Собрать схему и исследовать усилительный каскад на транзисторе.

**Порядок выполнения работы:**

1. Собрать схему (рис. 1) для исследования усилительного каскада. Подключить канал CH1 осциллографа к входу усилителя, а канал CH2 к выходу усилителя. Включить временную развертку осциллографа. Включить функциональный генератор и установить синусоидальный сигнал частотой 50 Гц. Уменьшить сигнал до нуля регулятором амплитуды. Переключить входы CH1 на положение «вход закорочен». При токе  $I_b=0$  установить с помощью потенциометра RP2 заданное значение  $E_k$  и далее не изменять его при всех экспериментах.

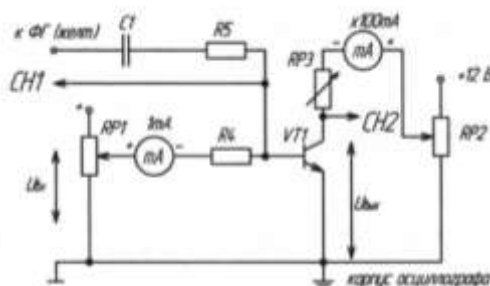


Рисунок 1

2. Определить экспериментальную максимальную амплитуду неискаженного выходного напряжения  $U_{вых\ max}$ . Для этого при токе базы, равном нулю, проверьте положение линии на экране осциллографа. При закороченном входе осциллографа она должна совпадать с нулевой линией, а при разомкнутом – отклоняться примерно на три четверти от половины экрана. Нулевую линию можно сместить вниз для увеличения масштаба, но обязательно отметить её положение. Плавно увеличивайте амплитуду входного сигнала и постоянную составляющую тока базы до появления видимого уплощения вершин синусоиды выходного напряжения. Зарисуйте выходное напряжение с искажениями и предельное без искажения. Определите масштабы по напряжению и по времени.

3. Определить коэффициент усиления каскада по напряжению  $K_u$ . Для этого установить  $I_b=I_{бр}$ , вход CH1 осциллографа, переключить на закрытый вход (АС). Изменяя переменный входной сигнал, добиться синусоидального по форме максимального выходного сигнала. Измерить с помощью осциллографа амплитуды выходного  $U_{вых}$  и входного  $U_{вх}$  сигналов. Определить коэффициент усиления, учесть масштабы.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схема соединений для выполнения эксперимента;
- в) таблицы с результатами эксперимента;
- г) обработанные осциллограммы;
- е) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.