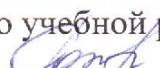


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ  
государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Архангельской области  
«ВЕЛЬСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ТЕХНИКУМ  
ИМЕНИ Г.И. ШИБАНОВА»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по учебной работе

 С.Н.Рохина  
« 15 » сентября 20 16 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ГАПОУ АО «ВСТ»

 А.Г.Варавин  
« 15 » сентября 20 16 г.

КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА

ОП.03 Электротехника и электроника

основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)

по специальности СПО

08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения

базовой подготовки

Вельск 2016

Комплект контрольно-измерительных материалов по учебной дисциплине ОП.03 Электротехника и электроника основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по специальности СПО 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения базового уровня разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины профессионального цикла ОП.03 Электротехника и электроника

Разработчики:

Преподаватель ГАПОУ АО «ВСТ»

Соломатова Н.П.

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению  
на заседании методической (цикловой) комиссии

---

протокол № от « » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Председатель М(Ц)К Соломатова Н.П.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ                                                                                                                                                            | .3 |
| 1.1. Область применения .....                                                                                                                                                                                | 3  |
| 2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке.....                                                                                                                                                  | 4  |
| 3.Оценка освоения умений и знаний учебной дисциплины.....                                                                                                                                                    | 6  |
| 4. КОМПЛЕКТ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ОСВОЕНИЯ<br>УМЕНИЙ, УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ, СФОРМИРОВАННОСТИ ОБЩИХ И<br>ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ<br>ДИСЦИПЛИНЫ (МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА)..... | 7  |
| 4.1. Комплект материалов для оценки уровня освоения умений, усвоения знаний,<br>сформированности общих и профессиональных компетенций по УД (МДК) с<br>использованием практических заданий .....             | 7  |

## 1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

### 1.1. Область применения

Комплект контрольно-измерительных материалов предназначен для проверки результатов освоения учебной дисциплины (далее - УД) ОП.03 Электротехника и электроника основной профессиональной образовательной программы (далее - ОПОП) по специальности СПО 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения

**Комплект контрольно-оценочных средств позволяет оценивать:**

## 2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

2.1. В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих компетенций:

Таблица 1

| Общие компетенции                                                                                                                                              | Средства проверки (№№ заданий, место, время, условия их выполнения)                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                           |
| ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.                                                   | Проявление интереса к будущей профессии через: участие в студенческих олимпиадах, конкурсах, экскурсиях.<br><i>Средства проверки: выполнение практических и лабораторных работ.</i>                                                         |
| ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.     | Выбор и применение методов и способов решения задач в изучаемой дисциплине;<br>Оценка эффективности и качества выполнения;<br><i>Средства проверки: выполнение практических и лабораторных работ.</i>                                       |
| ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.                                                                | Решение стандартных и нестандартных способов решения задач в области изучаемой дисциплины; нахождение оптимальных решений.<br><i>Средства проверки: выполнение практических и лабораторных работ.</i>                                       |
| ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. | поиск необходимой информации с использованием различных источников, включая электронные<br><i>Средства проверки: выполнение практических и лабораторных работ.</i>                                                                          |
| ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.                                                                  | Владение приемами работы с компьютером, электронной почтой, интернетом;<br>-оформление результатов самостоятельной работы с использованием ИКТ ( в виде презентаций);- ссылка на интернет- ресурсы при подготовке д/з и ответах на уроках;- |

|                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                             | использование специального программного обеспечения при подготовке заданий. <i>Средства проверки: выполнение практических и лабораторных работ.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.                                                      | - умение работать в группах;- наличие лидерских качеств;- установление и поддержка хороших отношений с сокурсниками и преподавателями;- активное внесение личного вклада в работу коллектива;<br><i>Средства проверки: выполнение практических и лабораторных работ.</i>                                                                                                                                                                            |
| ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.                                                | - проявление ответственности за работу подчиненных, результат выполнения заданий.<br>- проявление лидерских качеств<br>- производить контроль качества выполненной работы и нести ответственность за выполненную работу;<br>- проявление ответственности за работу подчиненных, результат выполнения заданий;<br>- самоанализ и коррекция результатов собственной работы<br><i>Средства проверки: выполнение практических и лабораторных работ.</i> |
| ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации. | - самостоятельный, профессионально-ориентированный выбор тематики практических и лабораторных работ<br>- обучение на курсах дополнительной подготовки<br>- организация самостоятельных занятий при изучении дисциплины<br><i>Средства проверки: выполнение практических и лабораторных работ.</i>                                                                                                                                                   |
| ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.                                                                   | - выполнение лабораторных работ с учетом инноваций в области профессиональной деятельности;<br>- анализ инноваций в области разработки технологических процессов;<br>- использование «элементов реальности» в работах обучающихся<br><i>Средства проверки: выполнение практических и лабораторных работ.</i>                                                                                                                                        |

### 3. Оценка освоения умений и знаний учебной дисциплины.

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине электротехника и электроника, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Таблица 2.

| Перечень знаний и умений                                                                                                                             | Номера заданий                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                    | 2                                                                                                        |
| <b>Знать:</b><br>основные электротехнические законы;<br>методы составления и расчета простых электрических и магнитных цепей;<br>основы электроники; | Практические работы №1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12<br>Лабораторные работы №1,2,3,4,5,6,7,8,9                |
| основные виды и типы электронных приборов                                                                                                            | Практические работы №1,2,3,4,5<br>Лабораторные работы №1,3,4,7                                           |
| <b>Уметь:</b><br>использовать электротехнические законы для расчета электрических цепей постоянного и переменного тока;                              | Практические работы №1,3,12,13,14,19,24<br>Лабораторные работы №10,11                                    |
| выполнять электрические измерения;                                                                                                                   | Практические работы №13,14,15,16,17,18,19,20,21<br>Лабораторные работы №1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11          |
| использовать электротехнические законы для расчета магнитных цепей                                                                                   | Практические работы №13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24<br>Лабораторные работы №1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 |

Промежуточный контроль по дисциплине ОП.04 «Основы электротехники» осуществляется в виде экзамена.

Условием допуска к экзамену является положительная оценка по всем практическим и лабораторным работам.

Условием положительной аттестации по дисциплине на экзамене является положительная оценка освоения всех умений, знаний, а также формируемых профессиональных компетенций по всем контролируемым показателям.

#### **4. Материалы для текущей проверки и оценки знаний и умений**

- Состоят из:
1. Практические работы - 26
  2. Лабораторные работы - 11
  3. Экзаменационные билеты - 30

### **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

#### ***Практическое занятие №1*** ***«Расчет параметров электрической цепи с конденсаторами»***

*Условия выполнения задания:*

- практическая работа № 1 выполняется в количестве 2 часов;
- практическая работа №1 выполняется в аудитории во время практического занятия.

#### **Инструкционно-технологическая карта** **по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Расчет параметров электрической цепи с конденсаторами.

**Цель:** Научиться производить расчет цепей с последовательно-параллельным (смешанным) соединением конденсаторов.

**Инструменты и принадлежности:** рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.

**Литература:** В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

#### **Порядок работы:**

**Задание №1:** Рассчитать общую емкость батареи конденсатора, определить заряд и напряжение на каждом конденсаторе. Рассчитать энергию всей цепи и каждого конденсатора.

Домашнее задание: закончить расчет.

#### ***Практическое занятие №2*** ***«Расчет электрических цепей постоянного тока методом «свертывания»».***

*Условия выполнения задания:*

- практическая работа № 2 выполняется в количестве 2 часов;
- практическая работа №2 выполняется в аудитории во время практического занятия.

## **Инструкционно-технологическая карта по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Расчет электрических цепей постоянного тока методом «свертывания».

**Цель:** Научиться выполнять расчет параметров цепи со смешанным включением сопротивлений. Правильно применять закон Ома.

*Инструменты и принадлежности:* рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.

*Литература:* В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

### **Порядок работы:**

#### **Задание №1:**

Рассчитать общее сопротивление цепи, ток и напряжение на каждом сопротивлении, мощность цепи.

Домашнее задание: закончить расчет.

### ***Практические занятия №3, 4***

*«Расчет сложных цепей постоянного тока методом узловых и контурных уравнений (Кирхгофа), методом двух узлов и контурных токов»*

*Условия выполнения задания:*

- практические работы № 3, 4 выполняются в количестве 4 часов;
- практические работы №3, 4 выполняются в аудитории во время практических занятий.

## **Инструкционно-технологическая карта по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Расчет сложных цепей постоянного тока методом узловых и контурных уравнений (Кирхгофа), методом двух узлов и контурных токов.

**Цель:** Научиться рассчитывать сложные цепи с применением законов Кирхгофа, двух узлов (узлового напряжения), контурных токов.

*Инструменты и принадлежности:* рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.



*Литература:* В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

### **Порядок работы:**

#### **Задание №1:**

Рассчитать электрические токи ветвей методом узловых и контурных уравнений (законов Кирхгофа).

#### **Задание №2:**

Рассчитать токи ветвей методом двух узлов и методом контурных токов.

Домашнее задание: закончить расчет.

### ***Практическое занятие №5, 6, 7*** ***«Расчет цепей переменного тока»***

*Условия выполнения задания:*

- практические работы №5, 6, 7 выполняются в количестве 6 часов;
- практические работы №5, 6, 7 выполняются в аудитории во время практических занятий.

### **Инструкционно-технологическая карта** **по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Расчет цепей переменного тока.

**Цель:** По заданным параметрам электрической цепи  $R$ ,  $X_L$ ,  $X_C$  научиться определять ток, падения напряжения, мощности на всех элементах. Получить навыки построения векторных диаграмм.

*Инструменты и принадлежности:* рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.

*Литература:* В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

### **Порядок работы:**

### **Задание №1:**

Рассчитать ток цепи, напряжение на каждом сопротивлении, полное сопротивление цепи. Построить в масштабе векторную диаграмму тока и напряжений.

### **Задание №2:**

Рассчитать токи ветвей, мощности на элементах цепи, мощности всей цепи. Построить в масштабе векторные диаграммы токов и напряжения.

### **Задание №3:**

Рассчитать параметры (токи, напряжения, мощности, коэффициент мощности, резонансную частоту) в электрических цепях в резонансном режиме изобразить в масштабе векторную диаграмму токов и напряжений.

Домашнее задание: закончить расчет.

#### ***Практическая работа №8***

*«Расчет параметров и построение векторной диаграммы цепи переменного тока со смешанным включением элементов (катушки индуктивности, резистора, конденсатора) в символической форме»*

*Условия выполнения задания:*

- практическая работа № 8 выполняется в количестве 2 часов;
- практическая работа №8 выполняется в аудитории во время практического занятия.

#### **Инструкционно-технологическая карта по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Расчет параметров и построение векторной диаграммы цепи переменного тока со смешанным включением элементов (катушки индуктивности, резистора, конденсатора) в символической форме.

**Цель:** Научиться производить расчет цепей переменного тока с последовательно-параллельным соединением катушки, резистора, конденсатора с использованием комплексных чисел, строить векторные диаграммы.

**Инструменты и принадлежности:** рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.

*Литература:* В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

### **Порядок работы:**

#### **Задание №1:**

Выразить в комплексной форме сопротивления ветвей. Рассчитать полные комплексные сопротивления ветвей и всей цепи. Определить токи и напряжения ветвей. Построить векторную диаграмму токов и напряжений в комплексных осях.

Домашнее задание: закончить расчет.

#### ***Практическое занятие №9***

*«Расчет сложной цепи переменного тока методом двух узлов (в символической форме)»*

*Условия выполнения задания:*

- практическая работа № 9 выполняется в количестве 2 часов;
- практическая работа № 9 выполняется в аудитории во время практического занятия.

#### **Инструкционно-технологическая карта по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Расчет сложной цепи переменного тока методом двух узлов (в символической форме).

**Цель:** Научиться производить расчет сложных цепей переменного тока с использованием комплексных чисел методом двух узлов, определять мощности ветвей и цепи, строить векторные диаграммы токов и напряжений в комплексных осях.

*Инструменты и принадлежности:* рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.

*Литература:* В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

### **Порядок работы:**

#### **Задание №1:**

Выразить полные сопротивления ветвей комплексными числами. Применяя метод двух узлов рассчитать напряжение между узлами, токи ветвей, мощности цепи. Построить векторную диаграмму токов и напряжения в комплексных осях.

Домашнее задание: закончить расчет.

### **Практические занятия №10, 11, 12**

*«Расчет симметричного режима трехфазных цепей, соединенных звездой и треугольником. Расчет несимметричного режима трехфазной цепи, соединенной звездой и треугольником»*

*Условия выполнения задания:*

- практические работы №10, 11, 12 выполняются в количестве 6 часов;
- практические работы №10, 11, 12 выполняются в аудитории во время практических занятий.

### **Инструкционно-технологическая карта по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Расчет симметричного режима трехфазных цепей, соединенных звездой и треугольником. Расчет несимметричного режима трехфазной цепи, соединенной звездой и треугольником.

**Цель:** Научиться производить расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки звездой и треугольником при симметричном и несимметричном режимах. Уяснить роль нулевого провода.

**Инструменты и принадлежности:** рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.

**Литература:** В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

### **Порядок работы:**

#### **Задание №1:**

Определить напряжение, фазные и линейные токи, мощности при наличии нулевого провода и несимметричной нагрузки и при обрыве поля. Построить топографическую диаграмму напряжений и токов.

#### **Задание №2:**

Начертить схему цепи и определить фазные и линейные токи, активную, реактивную и полную мощности каждой фазы и всей цепи при несимметричной нагрузки, соединенной треугольником. Построить векторную диаграмму фазных и линейных токов и напряжений.

### Задание №3:

Рассчитать токи линейные и фазные, мощности при симметричной нагрузке, соединенной звездой и треугольником. Построить векторные диаграммы токов и напряжений в масштабе.

Домашнее задание: закончить расчет.

#### Задача 1.

Три приемника электрической энергии с комплексами полных сопротивлений  $Z_A$ ,  $Z_B$ ,  $Z_C$  соединены звездой и включены в четырехпроводную цепь трехфазного тока с линейным напряжением  $U_L$ . Сопротивление нулевого провода  $Z_0$ .

Определить:

1. напряжение на каждой фазе приемника при наличии нулевого провода и при его обрыве;
2. для случая с нулевым проводом;
  - а. фазные, линейные токи и ток в нулевом проводе;
  - б. активную, реактивную и полную мощности каждой фазы и всей цепи.

Построить топографическую диаграмму напряжений при обрыве нулевого провода. Данные для решения задачи возьмите в табл. 2.1.

88

2.1. Данные задачи 1

| Номер<br>вари-<br>анта | Задаваемые величины |               |               |               |               | Номер<br>вари-<br>анта | Задаваемые величины |               |               |               |               |
|------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                        | $U_L$ ,<br>В        | $Z_A$ ,<br>Ом | $Z_B$ ,<br>Ом | $Z_C$ ,<br>Ом | $Z_0$ ,<br>Ом |                        | $U_L$ ,<br>В        | $Z_A$ ,<br>Ом | $Z_B$ ,<br>Ом | $Z_C$ ,<br>Ом | $Z_0$ ,<br>Ом |
| 1                      | 2                   | 3             | 4             | 5             | 6             | 7                      | 8                   | 9             | 10            | 11            | 12            |
| 00                     | 220                 | 4             | $3+j4$        | $4-j3$        | 1             | 51                     | 220                 | $2+j4$        | $50+j30$      | 6             | 07            |
| 01                     | 380                 | 6             | $4+j3$        | $3-j4$        | 1             | 52                     | 380                 | $4+j6$        | $48+j32$      | 8             | 07            |
| 02                     | 660                 | 8             | $6+j8$        | $6-j8$        | 1             | 53                     | 660                 | $6+j8$        | $46+j34$      | 10            | 07            |
| 03                     | 220                 | 10            | $8+j6$        | $8-j6$        | 1             | 54                     | 220                 | $8+j10$       | $44+j36$      | 12            | 07            |
| 04                     | 380                 | 12            | $9+j12$       | $12-j9$       | 1             | 55                     | 380                 | $10+j12$      | $42+j38$      | 14            | 07            |
| 05                     | 660                 | 14            | $12+j9$       | $9-j12$       | 1             | 56                     | 660                 | $12+j14$      | $40+j40$      | 16            | 07            |
| 06                     | 220                 | 16            | $9+j16$       | $16-j9$       | 1             | 57                     | 220                 | $14+j16$      | $38+j42$      | 18            | 07            |
| 07                     | 380                 | 18            | $12+j16$      | $12-j16$      | 1             | 58                     | 380                 | $16+j18$      | $36+j44$      | 20            | 07            |
| 08                     | 660                 | 20            | $16+j12$      | $16-j12$      | 1             | 59                     | 660                 | $18+j20$      | $34+j46$      | 22            | 07            |
| 09                     | 220                 | 22            | $9+j9$        | $32-j24$      | 1             | 60                     | 220                 | $20+j22$      | $30+j48$      | $32+j24$      | 07            |
| 10                     | 380                 | $4+j3$        | $-j3$         | $80+j60$      | 09            | 61                     | 380                 | $24-j6$       | $j12$         | $28+j8$       | 08            |
| 11                     | 660                 | $6+j4$        | $-j4$         | $40+j30$      | 09            | 62                     | 660                 | $26-j8$       | $j14$         | $30+j10$      | 08            |
| 12                     | 220                 | $8+j6$        | $-j6$         | $4+j3$        | 09            | 63                     | 220                 | $28-j10$      | $j16$         | $32+j12$      | 08            |
| 13                     | 380                 | $10+j8$       | $-j8$         | $8+j6$        | 09            | 64                     | 380                 | $30-j12$      | $j18$         | $34+j14$      | 08            |
| 14                     | 660                 | $12+j9$       | $-j9$         | $12+j9$       | 09            | 65                     | 660                 | $32-j14$      | $j20$         | $36+j16$      | 08            |
| 15                     | 220                 | $14+j12$      | $-j12$        | $16+j12$      | 09            | 66                     | 220                 | $34-j16$      | $j22$         | $38+j18$      | 08            |
| 16                     | 380                 | $16+j12$      | $-j12$        | $20+j15$      | 09            | 67                     | 380                 | $36-j18$      | $j24$         | $40+j20$      | 08            |
| 17                     | 660                 | $18+j16$      | $-j16$        | $10+j7,5$     | 09            | 68                     | 660                 | $38-j20$      | $j26$         | $42+j22$      | 08            |
| 18                     | 220                 | $20+j16$      | $-j16$        | $24+j18$      | 09            | 69                     | 220                 | $40-j22$      | $j28$         | $44+j24$      | 08            |
| 19                     | 380                 | $22+j14$      | $-j14$        | $32+j24$      | 09            | 70                     | 380                 | $24+j30$      | $8+j32$       | $48-j6$       | 09            |

### Практические занятия №13, 14

«Измерение сопротивления постоянному току и сопротивления изоляции (обмотки двигателей)»

Условия выполнения задания:

- практические работы №13, 14 выполняются в количестве 4 часов;
- практические работы №13, 14 выполняются в аудитории во время практических занятий.

## по ОП.03 Электротехника и электроника

**Тема:** Измерение сопротивления постоянному току и сопротивления изоляции (обмотки двигателей).

**Цель:** Ознакомиться с методами и средствами измерения средних и малых сопротивлений. Изучить особенности применяемых в различных условиях методов и средств измерения омических сопротивлений. Ознакомиться с наиболее распространенным методом измерения сопротивления изоляции и приборами (мегомметрами).

*Инструменты и принадлежности:* рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.

*Литература:* В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

### **Порядок работы:**

#### **Задание №1:**

Ознакомиться с применяемой в данной работе измерительной и вспомогательной аппаратурой, записать её паспортные данные в протокол. Собрать схемы включения приборов, результаты записать в таблицы, обработать результаты измерений.

#### **Задание №2:**

Ознакомиться с применяемой в работе аппаратурой и приборами. Измерить мегомметром сопротивление изоляции между отдельными жилами, между каждой жилой и нулем. Оформить отчет по работе.

Домашнее задание: закончить расчеты.

### ***Практические работы №15,16,17,18,19,20,21***

*«Измерение мощности и энергии в трехфазных цепях, учет энергии в однофазных цепях, измерение частоты и угла сдвига фаз, индуктивности и емкости цепи переменного тока»*

*Условия выполнения задания:*

- практические работы №15,16,17,18,19,20,21 выполняются в количестве 14 часов;
- практические работы №15,16,17,18,19,20,21 выполняются в аудитории во время практических занятий.

**Инструкционно-технологическая карта**  
по ОП.03 Электротехника и электроника

**Тема:** Измерение мощности и энергии в трехфазных цепях, учет энергии в однофазных цепях, измерение частоты и угла сдвига фаз, индуктивности и емкости цепи переменного тока.

**Цель:** Познакомиться с наиболее распространенными методами измерения и приборами мощности, энергии в однофазных и трехфазных цепях, угла сдвига фаз, частоты тока, индуктивности катушки и емкости конденсатора. Уяснить особенности различных методов и области использования каждого из них.

**Инструменты и принадлежности:** рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.

**Литература:** В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

### **Порядок работы:**

#### **Задание №1:**

Познакомиться с приборами и аппаратурой, применяемыми в работе, записать их паспортные данные и технические характеристики в протокол. Измерить одним и двумя ваттметрами мощности трехфазной цепи при симметричной и несимметричной нагрузках. Обработать результаты измерений.

#### **Задание №2 и 3:**

Познакомиться с принципами действия устройств и характеристиками счетчиков активной и реактивной энергии, однофазных и трехфазных и схемами включения (по плакатам, макетам). Собрать схему, снять показания, обработать результаты измерений.

#### **Задание №4 и 5:**

Познакомиться с приборами и аппаратурой, применяемыми в работе, записать их паспортные данные в протокол. Собрать схему включения, снять показания приборов, обработать результаты измерений.

#### **Задание №6 и 7:**

Познакомиться по имеющимся в лаборатории плакатам и приборам с принципом действия устройств и работой магнитоэлектрических и электромагнитных приборов. Записать технические данные приборов в протокол. Проверить амперметр и вольтметр на постоянном токе. Сформулировать выводы по работе и оформить отчет.

Домашнее задание: закончить расчеты.

### ***Практическая работа №22***

***«Расчет параметров трехфазных асинхронных двигателей»***

*Условия выполнения задания:*

- практическая работа №22 выполняется в количестве 2 часов;
- практическая работа №22 выполняется в аудитории во время практического занятия.

**Инструкционно-технологическая карта  
по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Расчет параметров трехфазных асинхронных двигателей.

**Цель:** Научиться применять теорию электромашин переменного тока к расчетам параметров асинхронных двигателей.

*Инструменты и принадлежности:* рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.

*Литература:* В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

**Порядок работы:**

**Задание №1:**

По заданным величинам (параметрам) электродвигателя рассчитать недостающие его параметры.

Домашнее задание: закончить расчет.

Условия к практической работе №22

Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Масленников В.В. Задачник по общей электротехнике с основами электроники: учебное пособие для техникумов.

- 1) 10.20 – стр. 240
- 2) 10.18 – стр. 240
- 3) 10.21 – стр. 241
- 4) 10.23 – стр. 241
- 5) 10.25 – стр. 241
- 6) 10.27 – стр. 242
- 7) 10.28 – стр. 242
- 8) 10.29 – стр. 242
- 9) 10.36 – стр. 243
- 10) 10.37 – стр. 243
- 11) 10.39 – стр. 243
- 12) 10.47 – стр. 244
- 13) 10.51 – стр. 245
- 14) 10.52 – стр. 245
- 15) 10.53 – стр. 245
- 16) 10.56\* – стр. 246
- 17) 10.60\* – стр. 247 (ВА0412 – 2; 2; 3; 4)
- 18) 10.61\* – стр. 247 (1; 2; 3; 4)
- 19) 10.62\* - стр. 248
- 20) 10.63\* - стр. 248



- 21) 10.64\* - стр. 248
- 22) 10.65\* - стр. 248
- 23) 10.66\* - стр. 248
- 24) 10.67\* - стр. 248
- 25) 10.68 – стр. 249
- 26) 10.69\* - стр. 249
- 27) 10.70 - стр. 249
- 28) 10.72\* – стр. 249
- 29) 10.73 – стр. 249
- 30) 10.74\* - стр. 250
- 31) 10.76 – стр. 250
- 32) 10.77\* - стр. 250

### ***Практическая работа №23***

***«Выбор аппаратов защиты в различных электрических цепях»***

*Условия выполнения задания:*

- практическая работа № 23 выполняется в количестве 2 часов;
- практическая работа № 23 выполняется в аудитории во время практического занятия.

### **Инструкционно-технологическая карта по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Выбор аппаратов защиты в различных электрических цепях.

**Цель:** Научиться правильно выбирать аппараты защиты электрических цепей, соблюдая правила их выбора.

*Инструменты и принадлежности:* рабочая тетрадь, линейка, карандаш, счетный механизм.

*Литература:* В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

### **Порядок работы:**

#### **Задание №1:**

По заданным условиям работы электрической цепи выбрать аппараты (предохранители, автоматические выключатели).

Домашнее задание: закончить расчет.

### ***Практическая работа №24, 25, 26***

***«Способы соединения проводов различными методами (пайкой, сжимами)»***

*Условия выполнения задания:*

- практические работы № 24,25,26 выполняются в количестве 6 часов;
- практические работы № 24,25,26 выполняются в аудитории во время практических занятий.

### **Инструкционно-технологическая карта по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Способы соединения проводов различными методами (пайкой, сжимами).

**Цель:** Научить правильно соединять провода различными способами и выполнить контроль соединений.

*Инструменты и принадлежности:* монтажный инструмент (паяльники, припой, провода, амметр).

*Литература:* В.С. Попов «Теоретическая электротехника» М. Энергоатомиздат., Контрольные материалы по электротехнике М. Издательский центр «Академия», Н.Ю. Морозова Электротехника и электроника М. Издательский центр «Академия».

#### **Порядок работы:**

##### **Задание №1:**

Соединить медные жилы, сечением до 4 мм<sup>2</sup> скруткой и пропайкой оловянно-свицовым припоем. Проверить прочность соединения.

##### **Задание №2:**

Научиться изгибать концы многопроволочных медных жил сечением до 2,5 мм<sup>2</sup> в кольцо с последующей пропайкой.

Домашнее задание: подготовиться к следующим занятиям.

### **Лабораторные работы.**

#### **Лабораторная работа №1**

##### **Исследование неразветвленной цепи постоянного тока**

Цель работы: С помощью закона Ома проверить основные соотношения между параметрами неразветвленной цепи.

Краткое содержание работы: Неразветвленная электрическая цепь. Последовательное соединение резисторов. Опытная проверка закона Ома.

Оснащение рабочего места: источник постоянного напряжения, резисторы 3 шт., амперметр, вольтметр, регулировочный реостат.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В работе будем пользоваться законом Ома для участка цепи:

$$I = U / R = U \cdot g$$

где  $I$  – ток

$U$  – напряжение

$R$  – сопротивление резистора (приемника)

$g$  – проводимость резистора

При последовательном соединении трех сопротивлений общее напряжение:

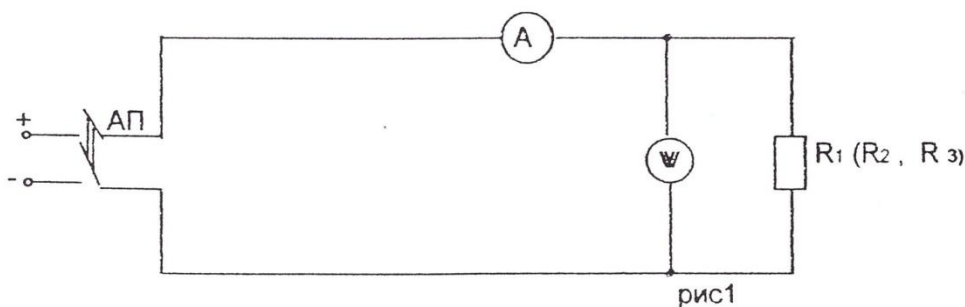
$$U = I (R_1 + R_2 + R_3) = I \cdot R_{\text{общ}}$$

т.е. При последовательном соединении общее сопротивление цепи:

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3$$

## УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Собрать схему рис. 1. Для одного из трех неизвестных резисторов ( $R_1$ )



2. Реостатом  $R_2$  установить произвольно ток и для каждого тока записать в таблицу 1, падение напряжения на резисторе  $R_1$ . Затем на основании закона Ома для участка цепи, зная ток и падение напряжения, рассчитать неизвестное сопротивление резистора.

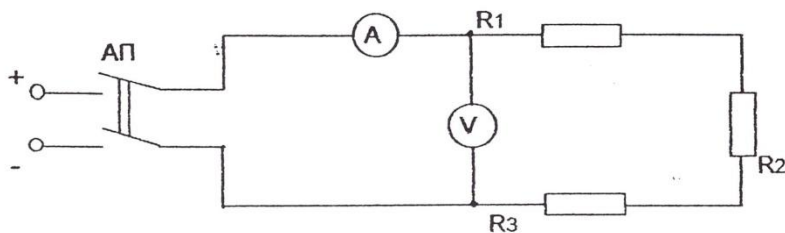
Чтобы уменьшить погрешность при измерениях, делается три замера  $R'$   $R''$   $R'''$ .

По полученным трем сопротивлениям найти среднее арифметическое значение:

$$R_{\text{ср.}} = (R' + R'' + R''') / 3 = R_1$$

3. Аналогично пункту 2 измерить сопротивление резисторов  $R_2$  и  $R_3$ , после чего сопротивления трех резисторов будут известны.

4. Аналогично пункту 2 произвести замеры для последовательного соединения трех резисторов  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ . (рис. 2)



5. Показания приборов записать в таблицу.

6. Определить по трем замерам среднее значение общего сопротивления  $R_{\text{общ}}$ , которое затем сравнить с расчетным сопротивлением  $R_{\text{общ}}$ , используя значения сопротивлений  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , полученные из опыта пунктов 2 и 3 (которые после расчета записать в таблицу 1)

таблица 1

| №<br>п/п | измерено |   | вычислено             |                        |                             |
|----------|----------|---|-----------------------|------------------------|-----------------------------|
|          | U        | I | $R_{\text{ср}}$<br>Ом | $R_{\text{общ}}$<br>Ом | $R_{\text{общ теор}}$<br>Ом |
| 1        |          |   | R =                   |                        |                             |
| 2        |          |   |                       |                        |                             |
| 3        |          |   |                       |                        |                             |
| 1        |          |   | R =                   |                        |                             |
| 2        |          |   |                       |                        |                             |
| 3        |          |   |                       |                        |                             |
| 1        |          |   | R =                   |                        |                             |
| 2        |          |   |                       |                        |                             |
| 3        |          |   |                       |                        |                             |

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как определить сопротивление резистора с помощью амперметра и вольтметра?
2. Написать формулу закона Ома для участка цепи.
3. От чего зависит сопротивление резистора?
4. Что называется последовательным соединением?

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

## Лабораторная работа №2

### Измерение работы и мощности в цепи постоянного тока

Цель работы: установить опытным путем связь работы и электрической мощности. Проверить зависимость электрической мощности от других электрических параметров.

Оснащение рабочего места: миллиамперметр постоянного тока, вольтметр постоянного тока, резисторы, амперметр постоянного тока.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Собрать схему: рис.1

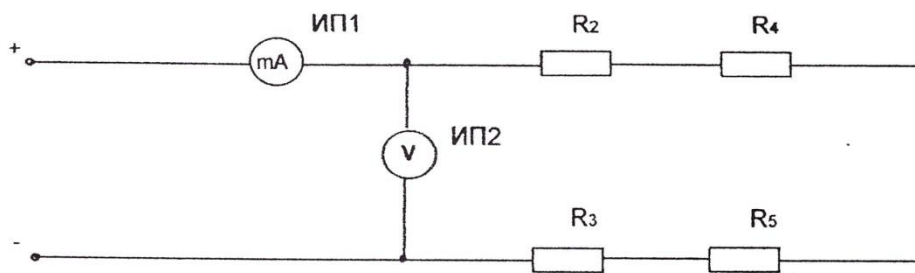


РИС 1

Подключите схему к клеммам питания.

Снимите показания приборов и вычислите мощность потребляемую резисторами.

Показания приборов записать в таблицу 1.

таблица 1

| №<br>п/п | СНЯТО |      | ВЫЧИСЛЕНО |
|----------|-------|------|-----------|
|          | I, мА | U, В | P, Вт     |
| 1.       |       |      |           |
| 2.       |       |      |           |
| 3.       |       |      |           |

Соберите схему согласно рис. 2

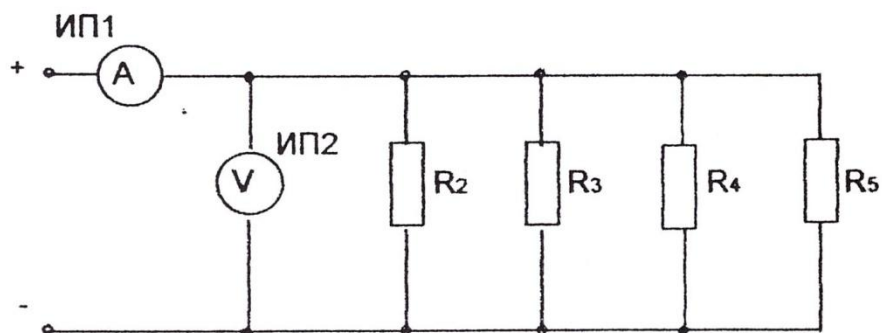


рис 2.

Снимите показания приборов, вычислите мощность, потребляемую резисторами, и работу электрического тока за 10 мин.

$$A = I \cdot U \cdot t = U/R \cdot U \cdot t = U^2/R \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$$

Мощность:

$$P = I \cdot U = U^2/R = I^2 \cdot R$$

Работа:

$$A = P \cdot t$$

Показания приборов записать в таблицу 2.

таблица 2

| №<br>п/п | снято  |        |          | вычислено |         |
|----------|--------|--------|----------|-----------|---------|
|          | I<br>А | U<br>В | t<br>мин | P<br>Вт   | A<br>Дж |
|          |        |        |          |           |         |

В выводе укажите, выполняется ли связь:  $A = P \cdot t$   $P = I \cdot U$

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что называется электрической мощностью цепи?
2. Что называется параллельным включением резисторов?
3. По какой формуле рассчитать общее сопротивление цепи в данных схемах?

#### ВЫВОДЫ:

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

### Лабораторная работа №3

#### Исследование разветвленной цепи постоянного тока с двумя ЭДС

Цель работы: Подтвердить первый и второй законы Кирхгофа.

Краткое содержание работы: в цепи с двумя узлами опытным путем проверить законы Кирхгофа.

Оснащение рабочего места: источники постоянного напряжения 2 шт., резисторы 3 шт., амперметр 3 шт., вольтметр.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Первый закон Кирхгофа – сумма токов, направленных к узлу, равна сумме токов, направленных от узла или алгебраическая сумма токов в узле равна нулю:

$$\sum I = 0$$

Второй закон Кирхгофа – алгебраическая сумма ЭДС в замкнутом контуре равна алгебраической сумме падений напряжений в отдельных сопротивлениях этого контура:

$$\sum E = \sum I \cdot R$$

#### УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Собрать схему (рис. 1)

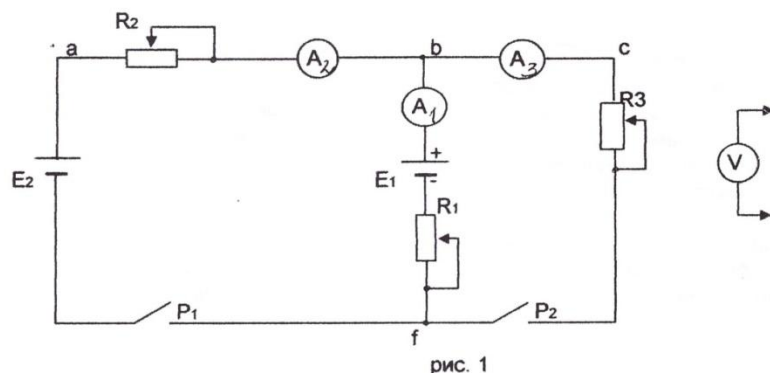


рис. 1

2. Не включая рубильников, с помощью вольтметра измерить ЭДС источников тока и показания записать в таблицу 1. ЭДС и напряжения источников, а также падения на отдельных участках цепи измерять с помощью одного вольтметра, к которому присоединить два длинных провода.

3. Включать рубильники и движками реостатов установить токи в ветвях соответствующие целым делениям шкал амперметров, а вольтметром измерить падение напряжения на резисторах  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , а также напряжения  $U_{16}$ ,  $U_{26}$  источников тока.

Результаты измерений занести в таблицу №1.

таблица 1

| № замера | измерено      |               |            |            |            |              |              |              |               |               | вычислено   |             |             |                |                |
|----------|---------------|---------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------------|
|          | $E_{16}$<br>В | $E_{26}$<br>В | $I_1$<br>А | $I_2$<br>А | $I_3$<br>А | $U_1$ ,<br>В | $U_2$ ,<br>В | $U_3$ ,<br>В | $U_{16}$<br>В | $U_{26}$<br>В | $R_1$<br>Ом | $R_2$<br>Ом | $R_3$<br>Ом | $R_{01}$<br>Ом | $R_{02}$<br>Ом |
|          |               |               |            |            |            |              |              |              |               |               |             |             |             |                |                |
|          |               |               |            |            |            |              |              |              |               |               |             |             |             |                |                |
|          |               |               |            |            |            |              |              |              |               |               |             |             |             |                |                |

Величины, подлежащие вычислению, рассчитать по формуле закона Ома для участка цепи:

$$R_1 = U_1 / I_1; \quad R_2 = U_2 / I_2; \quad R_3 = U_3 / I_3$$

4. С помощью вольтметра установить направление токов в ветвях, которые нанести на схему. Для этой цепи в правую руку взять провод, соединенный с клеммой «минус» вольтметра. Проводом в правой руке коснуться «плюса» источника, а проводом в левой руке – «минуса» этого источника. При этом необходимо убедиться, что стрелка прибора нормально отклоняется по шкале (как известно, «плюс» источника имеет высший потенциал).

Таким образом, когда касаются проводом в левой руке низшего потенциала источника, стрелка вольтметра отклоняется нормально в правую сторону. Если же касаться проводом в правой руке «минуса» источника тока (низшего потенциала), а проводом левой руки «плюса» источника - высшего потенциала, то стрелка вольтметра будет стремиться отклониться в обратную сторону. Следовательно, проводами в правой и левой руках надо касаться поочередно резисторов  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , и установить, какая клемма имеет высший потенциал, а какая – низший. Затем нанести направления токов в ветвях схемы, считая, что они направлены от клеммы реостата с высоким потенциалом к клеммам с низшим потенциалом. Определить внутреннее сопротивление батареи по формулам:

$$R_{01} = (E_{16} - U_{16}) / I_1 \qquad R_{02} = (E_{26} - U_{26}) / I_2$$

Знаки направления токов, проверить по их величинам, записанным в таблице 1, первый закон Кирхгофа для одного из узлов.

По падениям напряжений на реостатах и напряжениям батарей проверить для каждого из контуров второй закон Кирхгофа.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как формулируется первый и второй законы Кирхгофа?
2. Как составить уравнение по первому закону Кирхгофа для узла b? Подтверждается ли это на опыте?
3. Составить уравнение по второму закону Кирхгофа для контура abcfa (вместо алгебраической суммы ЭДС указать алгебраическую сумму напряжений источников и падений напряжений на резисторах  $R_1, R_2, R_3$ ).
4. Как измерить напряжения источников?
5. Чем отличается напряжение источника электрического тока от его ЭДС?
6. Как определить внутреннее сопротивление источника электрического тока?
7. Объяснить, как с помощью вольтметра можно найти направления токов в схеме.
8. Как определяется эквивалентное сопротивление при параллельном соединении?

## ВЫВОДЫ:

## ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

## Лабораторная работа №4

### Последовательное соединение активного и реактивного элементов.

Цель работы: Изучить неразветвленную цепь переменного тока, содержащую активное и реактивное сопротивления, построить векторные диаграммы и треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей.

## ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ:

1. В цепи, содержащей активное сопротивление и индуктивность, вектор активного напряжения совпадает с вектором тока, вектор индуктивного напряжения опережает ток на угол  $90^\circ$ .

Полное напряжение равно геометрической сумме напряжений на отдельных участках:

$U = \sqrt{U_a^2 + U_L^2}$  и опережает вектор тока на угол  $\varphi$ .

Полное сопротивление цепи:  $Z = U/I = \sqrt{R^2 + X_L^2}$  содержит активную и индуктивную составляющие:

$$R = U_a/I; \quad X_L = U_L/I$$

Полная мощность цепи:  $S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$ , где  $P = U_a \cdot I$  – активная мощность;  $Q_L$  – индуктивная мощность.

Применяя формулу закона Ома, можно записать формулы для расчета мощностей:

$$S = I^2 \cdot Z = U^2/Z; \quad P = I^2 \cdot R = U_a^2/R; \quad Q_L = I^2 \cdot X_L = U_L^2/X_L$$



На основе векторной диаграммы можно построить треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей.

Все эти треугольники подобны, причем в противоположность треугольникам напряжений треугольники мощностей и сопротивлений состоят из отрезков, а не из векторов, так как сопротивления и мощности – скалярные величины.

Силу тока в цепи можно определить по формуле:

$$I = U/Z = U/\sqrt{R^2 + XL^2}$$

## ПРОГРАММА РАБОТЫ

1. Собрать цепь и показать ее преподавателю для проверки.
2. Включить цепь. Установить необходимое напряжение. При двух – трех различных значениях активного сопротивления измерить силу тока, напряжение и активную мощность цепи. Результаты занести в таблицу №2.

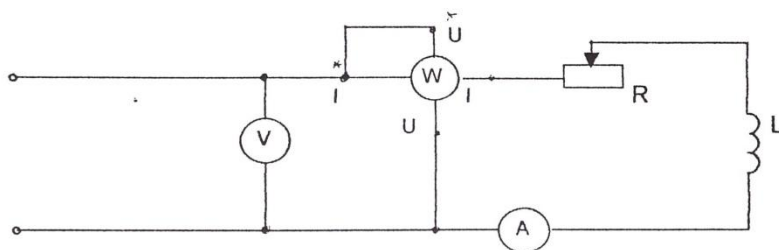


рис 1

Таблица 2

|   |   |   | из расчета |    |                |    |       |       |   |                |                |    |                |
|---|---|---|------------|----|----------------|----|-------|-------|---|----------------|----------------|----|----------------|
| U | I | P | Z          | R  | X <sub>L</sub> | L  | cos φ | sin φ | φ | U <sub>a</sub> | U <sub>L</sub> | S  | Q <sub>L</sub> |
| B | A |   | Ом         | Ом | Ом             | Гн |       |       |   | B              | B              | ВА | Вар            |
|   |   |   |            |    |                |    |       |       |   |                |                |    |                |
|   |   |   |            |    |                |    |       |       |   |                |                |    |                |
|   |   |   |            |    |                |    |       |       |   |                |                |    |                |

Обработка результатов опытов.

1. По результатам опытов рассчитать параметры.
2. С учетом масштабов построить векторную диаграмму действующих значений тока и напряжения для исследуемой цепи.
3. С учетом масштабов построить треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей.
4. По лабораторной работе сделать заключение относительно характера изменения сопротивлений, силы тока, мощностей, угла φ, cos φ, sin φ при изменении активного сопротивления реостата. Выводы записать в отчет.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Каковы особенности энергетических процессов в цепи с реальной катушкой?
2. Запишите формулы для расчета косинуса угла сдвига фаз между векторами напряжения и тока.
3. Дайте практические примеры применения реальных катушек.

## ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

## Лабораторная работа №5

### Последовательное соединение активного и реактивного элементов.

Цель работы: Изучить неразветвленную цепь переменного тока, содержащую активное и реактивное сопротивления, построить векторные диаграммы и треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей.

#### ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

1. В цепи, содержащей активное сопротивление и емкость, векторная диаграмма и треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей будет иметь отрицательный угол  $\varphi$ , т.е. вектор тока будет опережать вектор напряжения.

Формулы для цепи, содержащей активное сопротивление и емкость

$$U = \sqrt{U_a^2 + U_c^2} \quad Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Емкостное реактивное сопротивление:  $X_c = 1/2\pi fC$

2. Величину угла определяют из прямоугольных треугольников, рассмотренных ранее, по формулам:

$$\sin \varphi = U_p/U = X_c/Z = Q/S$$

$$\cos \varphi = U_a/U = R/Z = P/S$$

$$\tan \varphi = U_p/U_a = X/R = Q/P$$

где –  $U_p$ ,  $X$ ,  $Q$  – реактивное напряжение, сопротивление, мощность.

Последние формулы позволяют связать активное и реактивное сопротивления, напряжения и мощности с помощью тригонометрических функций:

$$R = Z \cos \varphi; \quad X = Z \sin \varphi; \quad U_a = U \cos \varphi;$$

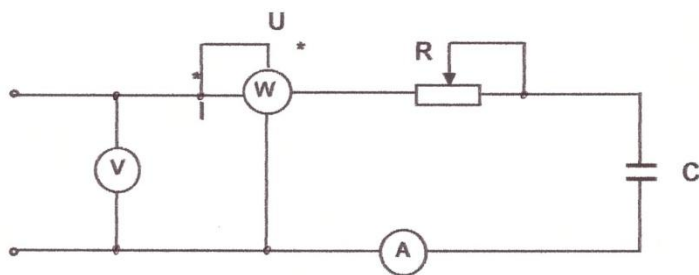
$$U_p = U \sin \varphi; \quad P = S \cos \varphi; \quad Q = S \sin \varphi.$$

Особое значение имеет  $\cos \varphi$ , который называется коэффициентом мощности и входит в формулу активной мощности:

$$P = IU \cos \varphi.$$

#### ПРОГРАММА РАБОТЫ

1. Собрать цепь и показать ее преподавателю для проверки.



Питание от источника регулируемого переменного напряжения.

2. Включить цепь. Установить необходимое напряжение. При двух – трех различных значениях активного сопротивления измерить силу тока, напряжение и активную мощность цепи. Результаты занести в таблицу:

| из опыта |   |    | из расчета |    |                |     |       |       |   |                |                |    |                |
|----------|---|----|------------|----|----------------|-----|-------|-------|---|----------------|----------------|----|----------------|
| U        | I | P  | Z          | R  | X <sub>C</sub> | C   | cos φ | sin φ | φ | U <sub>a</sub> | U <sub>c</sub> | S  | Q <sub>c</sub> |
| В        | А | Вт | Ом         | Ом | Ом             | мкФ |       |       |   | В              | В              | ВА | ВАр            |
|          |   |    |            |    |                |     |       |       |   |                |                |    |                |
|          |   |    |            |    |                |     |       |       |   |                |                |    |                |
|          |   |    |            |    |                |     |       |       |   |                |                |    |                |

Обработка результатов опытов.

1. По результатам опытов рассчитать параметры.
2. С учетом масштабов построить векторную диаграмму действующих значений тока и напряжения для исследуемой цепи.
3. С учетом масштабов построить треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей.
4. По лабораторной работе сделать заключение относительно характера изменения сопротивлений, силы тока, мощностей, угла  $\varphi$ ,  $\cos \varphi$ ,  $\sin \varphi$  при изменении активного сопротивления реостата. Выводы записать в отчет.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Каковы особенности энергетических процессов в цепи с реальным конденсатором?
2. Запишите формулы для расчета реактивной мощности в цепи с активно-емкостной нагрузкой.
3. Где применяют реальные конденсаторы?

ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

## Лабораторная работа №6

Исследование последовательной цепи  
синусоидального тока и резонанса напряжений.

Цель работы: Изучить свойства цепи переменного тока, состоящая из последовательного соединения резистора  $R$ , индуктивного сопротивления  $X_L$  и емкостного сопротивления  $X_C$ , и выявить резонанс напряжений, возникающий в этой цепи.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ: Последовательное соединение  $R$ ,  $X_L$ ,  $X_C$ , изменение  $R$ ,  $L$ ,  $C$  и снятие показаний приборов, исследование резонанса напряжений.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА: Батарея конденсаторов, катушка индуктивности, ваттметр, амперметр, вольтметры 2 шт.

Питание от сети переменного напряжения 127 В.

### УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Собрать схему 1.

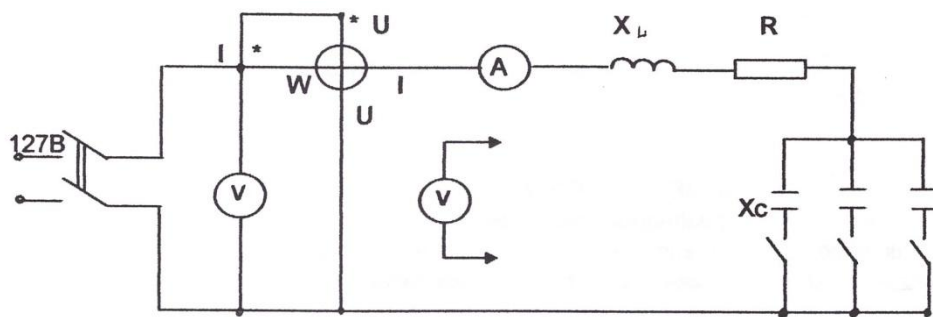


схема 1

2. Провести опыт, добиваясь резонанса напряжений увеличением емкости конденсаторов или индуктивности катушки.

Начиная с  $C = 0$  после установления момента резонанса напряжений (по наибольшему току в цепи) записать данные измерения в таблицу 1 четвертой строкой и определить  $\cos = P / (U \cdot I)$  он должен быть равен единице.

Продолжить опыт при всех выключенных конденсаторах, которые следует затем включать постепенно, делая замер от отмеченного выше резонанса напряжений. Затем сделать три замера после момента резонанса при дальнейшем включении конденсаторов.

Результаты измерений занести в таблицу №1.

Таблица 1

| №<br>п/п | измерено |        |                     |                     |         | вычислено |         |          |                     |                     |     |
|----------|----------|--------|---------------------|---------------------|---------|-----------|---------|----------|---------------------|---------------------|-----|
|          | U<br>В   | I<br>А | U <sub>к</sub><br>В | U <sub>с</sub><br>В | P<br>Вт | R<br>Ом   | L<br>Гн | C<br>мкФ | U <sub>a</sub><br>В | U <sub>L</sub><br>В | cos |
|          |          |        |                     |                     |         |           |         |          |                     |                     |     |
|          |          |        |                     |                     |         |           |         |          |                     |                     |     |
|          |          |        |                     |                     |         |           |         |          |                     |                     |     |
|          |          |        |                     |                     |         |           |         |          |                     |                     |     |
|          |          |        |                     |                     |         |           |         |          |                     |                     |     |
|          |          |        |                     |                     |         |           |         |          |                     |                     |     |
|          |          |        |                     |                     |         |           |         |          |                     |                     |     |

Величины, подлежащие вычислению, найти по формулам:

$$R_k = P/I^2; \quad L = X_L/2\pi f$$

$$X_L = \sqrt{Z_K^2 - R_K^2} = \sqrt{\left(\frac{U_K}{I}\right)^2 - R_K^2}; \quad C = 10^6 / (2\pi X_C) \text{ мкФ}$$

$$X_C = U_C / I; \quad U_L = I * X_L; \quad \cos = P / U * I; \quad U_a = P / I$$

3. Построить в масштабе векторные диаграммы тока и напряжения для случаев  
 $X_L > X_C$                        $X_L = X_C$                        $X_L < X_C$

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Каково условие резонанса напряжений?
2. Как определить емкость конденсатора для получения в цепи резонанса?
3. Какую величину имеет коэффициент мощности и угол при резонансе напряжений?
4. Каковы характерные особенности мощности при резонансе напряжений?

#### ВЫВОДЫ:

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

### Лабораторная работа №7

#### Исследование разветвленной цепи синусоидального тока и резонанса токов. Компенсация реактивной мощности.

Цель работы: Изучить свойства цепи переменного тока состоящая из параллельного соединения индуктивной катушки и конденсаторов, и выявить резонанс токов, возникающий в этой цепи.

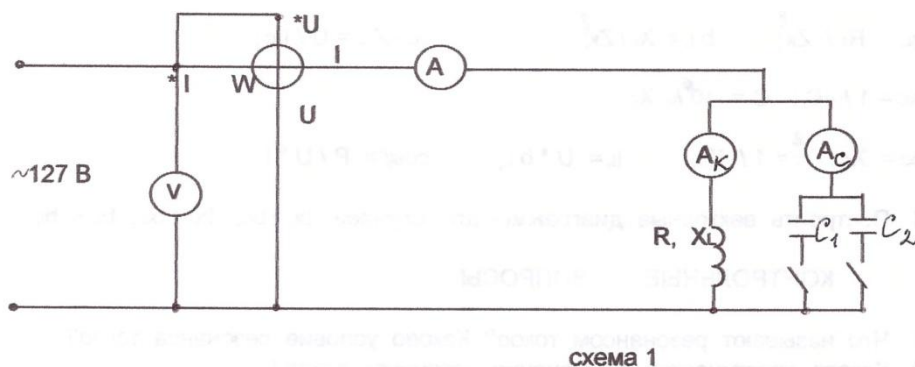
Краткое содержание работы: Параллельное соединение R,  $X_L$ ,  $X_C$ , изменение R, L, C и снятие показаний приборов, исследование резонанса токов.

Оснащение рабочего места: Батарея конденсаторов, катушка индуктивности, ваттметр, амперметр 3 шт., вольтметр.

Питание от сети переменного напряжения 127 В.

#### УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Собрать схему 1.



2. Провести опыт, добиваясь резонанса токов увеличением емкости конденсаторов или индуктивности катушки.

Начиная с  $C = 0$  после установления момента резонанса токов (по наименьшему току в цепи) записать данные измерения в таблицу 1 четвертой строкой и определить  $\cos \varphi = P/(U \cdot I)$  он должен быть равен единице.

Продолжить опыт при всех выключенных конденсаторах, которые следует затем включать постепенно, делая три замера до резонанса токов.

Затем сделать три замера после момента резонанса токов.

Результаты измерений занести в таблицу № 1.

Таблица 1

| №<br>п/п | измерено |        |         |         |         | вычислено |          |         |          |          |          |          |         |     |
|----------|----------|--------|---------|---------|---------|-----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|-----|
|          | U<br>В   | I<br>А | Ik<br>А | Ic<br>А | P<br>Вт | Rk<br>Ом  | Zk<br>Ом | L<br>Гн | bL<br>См | Zc<br>Ом | C<br>мкФ | bc<br>См | IL<br>А | cos |
|          |          |        |         |         |         |           |          |         |          |          |          |          |         |     |
|          |          |        |         |         |         |           |          |         |          |          |          |          |         |     |
|          |          |        |         |         |         |           |          |         |          |          |          |          |         |     |
|          |          |        |         |         |         |           |          |         |          |          |          |          |         |     |
|          |          |        |         |         |         |           |          |         |          |          |          |          |         |     |
|          |          |        |         |         |         |           |          |         |          |          |          |          |         |     |
|          |          |        |         |         |         |           |          |         |          |          |          |          |         |     |

Величины, подлежащие вычислению, найти по формулам:

$$R_k = P/I_k^2; \quad Z_k = U/I_k; \quad X_L = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2};$$

$$L = X_L / \omega = X_L / 2\pi \cdot f = X_L / 314$$

$$g_L = R_k / Z_k^2; \quad b_L = X_L / Z_k^2; \quad Z_c = X_c = U/I_c;$$

$$X_c = 1 / \omega C; \quad C = 10^6 / \omega X_c;$$

$$b_c = X_c / Z_c^2 = 1/X_c; \quad I_L = U \cdot b_L; \quad \cos \varphi = P/U \cdot I$$

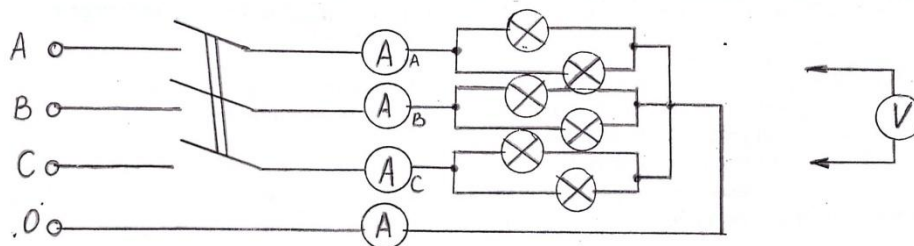
4. Построить векторные диаграммы для случаев:  $b_L > b_c$ ;  $b_L = b_c$ ;  $b_L < b_c$ .

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что называют резонансом токов? Каково условие резонанса токов?
2. Каково практическое применение резонанса токов?

[illegible]

4. Установить несимметричную нагрузку фаз. Показания приборов записать в таблицу 1.
5. Отключить одну из фаз.
6. Построить топографическую диаграмму линейных и фазных токов и напряжений:
  - а) для симметричной нагрузки
  - б) для несимметричной нагрузки
  - с) одна фаза выключена
7. Определить для одного замера при несимметричной нагрузке общую мощность:
 
$$P = P_A + P_B + P_C = U_A \cdot I_A \cdot \cos \varphi_A + U_B \cdot I_B \cdot \cos \varphi_B + U_C \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C$$
 (для активной нагрузки  $\cos \varphi = 1$ )
8. Собрать схему. В предыдущей схеме нейтральную точку через амперметр соединить с нулевым проводом сети



9. Установить симметричную нагрузку во всех фазах.
  10. Показания приборов записать в таблицу 2.
- Таблица 2

| измерено |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                 | вычислено         |                |                |                |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| № п/п    | I <sub>A</sub> | I <sub>B</sub> | I <sub>C</sub> | I <sub>0</sub> | U <sub>AB</sub> | U <sub>BC</sub> | U <sub>CA</sub> | U <sub>A</sub> | U <sub>B</sub> | U <sub>C</sub> | U <sub>00</sub> | U <sub>л/Uф</sub> | R <sub>A</sub> | R <sub>B</sub> | R <sub>C</sub> |
|          | A              | A              | A              | A              | B               | B               | B               | B              | B              | B              | B               | B                 | Ом             | Ом             | Ом             |
|          |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                 |                   |                |                |                |
|          |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                 |                   |                |                |                |
|          |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                 |                   |                |                |                |
|          |                |                |                |                |                 |                 |                 |                |                |                |                 |                   |                |                |                |

11. Установить симметричную нагрузку фаз. Показания приборов занести в таблицу 2.
12. Установить несимметричную нагрузку фаз. Показания приборов занести в таблицу 2.
13. Определить для одного замера (при несимметричной нагрузке) общую мощность.
14. Отключить одну фазу (A).
15. Построить топографическую диаграмму токов и напряжений:
  - а) для симметричной нагрузки
  - б) для несимметричной нагрузки

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как получить соединение потребителя звездой?
2. Написать соотношения между напряжениями U<sub>л</sub> и U<sub>ф</sub>, и линейными и фазными токами.
3. Какова роль нейтрального провода в соединении звездой?

#### ВЫВОДЫ:

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013



## Лабораторная работа №9

## Исследование трехфазной цепи, соединенной треугольником

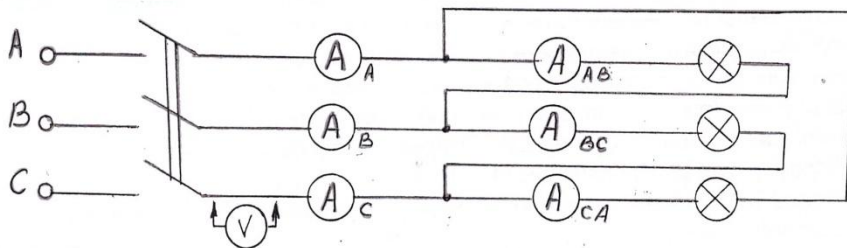
Цель работы: Ознакомление с включением сопротивлений в трехфазную цепь, соединенных треугольником и выявить соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями в этой системе.

Краткое содержание работы: Составление схемы цепи, соединенной треугольником, с симметричной и несимметричной нагрузкой фаз. Обрыв фазного и линейного проводов. Выявление соотношений между линейными и фазными напряжениями и токами. Снятие показаний приборов и анализ их.

Оснащение рабочего места: Амперметра 6 шт., вольтметр, набор лампочек с выключателями.  
Питание от сети переменного тока напряжением 127 В.

## УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Собрать схему:



2. Установить симметричную нагрузку во всех фазах.  
Показания приборов записать в таблицу 1.

### Таблица 1

[illegible]

3. Установить несимметричную нагрузку фаз. Показания приборов записать в таблицу 1.
4. Отключить одну фазу приемника, при симметричной нагрузке, показания записать в таблицу 1.
5. Отключить две фазы приемника, при симметричной нагрузке, показания записать в таблицу 1.
6. Отключить линейный провод при симметричной нагрузке. Это соответствует случаю, когда по каким-либо причинам в одном из линейных проводов, например: сгорает предохранитель, тогда две фазы  $R_{сА}$ ,  $R_{сВ}$  оказываются соединенными последовательно.  
Если сопротивление фаз одинаковые, то линейное напряжение поделится, между ними пополам и все лампы будут светиться в полнакала. Если же сопротивления фаз будут различными, то может случиться, что лампы одной фазы будут светиться почти полным накалом, а лампы другой фазы потухнут. Это явление можно наблюдать в осветительных сетях при сгорании предохранителя на одном проводе. Записать показания в таблицу 1.
7. Построить топографическую диаграмму линейных и фазных токов и напряжений:
  - а) для симметричной нагрузки
  - б) для несимметричной нагрузки фаз
  - в) для случая, когда одна фаза отключена
  - г) для случая, когда одна линия отключена
8. Определить для одного замера мощность.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как получить соединение потребителя треугольником?
2. Написать соотношения между линейными и фазными токами.
3. Чему равен угол сдвига фаз между фазными и линейными токами при симметричной нагрузке?
4. Где применяют соединение треугольником?

#### ВЫВОДЫ:

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

### ЭЛЕКТРОНИКА

- Состоят из:
1. Практические работы - 2
  2. Лабораторные работы - 8
  3. Экзаменационные билеты - 30

#### *Практическая работа №1*

#### *«Определение параметров транзисторов по статическим вольт-амперным характеристикам (ВАХ)»*

#### *Условия выполнения задания:*

- практическая работа № 1 выполняется в количестве 2 часов;
- практическая работа №1 выполняется в аудитории во время практического занятия.

#### **Инструкционно-технологическая карта по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Определение параметров транзисторов по статическим вольт-амперным характеристикам (ВАХ).

**Цель:** научиться рассчитывать параметры транзисторов, используя входные и выходные характеристики их.

*Инструменты и принадлежности:* тетради, карандаши, линейка, карточки с условиями задач, счетные механизмы.

*Литература:*

1. Немцов М.В., Немцова М.Л. Электротехника и электроника, М.: Академия;
2. Лапышен Ю.Г. и др. Контрольные материалы по электротехнике и электронике, М.: Академия;
3. Арестов К.А., Яковенко Б.С. Основы электроники, М.: Радио и связь.

**Порядок работы:**

**Задание №1:**

Рассчитать токи коллектора, его напряжение, мощность. Определить коэффициент усиления тока для схем с О.Э. и О.Б.

Домашнее задание: закончить расчет.

### ***Практическая работа №2*** ***«Выбор диодов для выпрямителей переменного тока»***

*Условия выполнения задания:*

- практическая работа № 2 выполняется в количестве 2 часов;
- практическая работа №2 выполняется в аудитории во время практического занятия.

### **Инструкционно-технологическая карта** **по ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема:** Выбор диодов для выпрямителей переменного тока.

**Цель:** научиться правильно подбирать типы и количество диодов при замене их в схемах выпрямления переменного тока.

*Инструменты и принадлежности:* тетради, карандаши, линейка, карточки с условиями задач, счетные механизмы.

*Литература*

1. Немцов М.В., Немцова М.Л. Электротехника и электроника, М.: Академия;

2. Лапышен Ю.Г. и др. Контрольные материалы по электротехнике и электронике, М.: Академия;
3. Арестов К.А., Яковенко Б.С. Основы электроники, М.: Радио и связь.

### Порядок работы:

#### Задание №1:

Выбрать тип диодов для указанной схемы и проверить его на пробой путем расчета параметров.

Домашнее задание: закончить расчет.

## Лабораторные работы

### Лабораторная работа №1

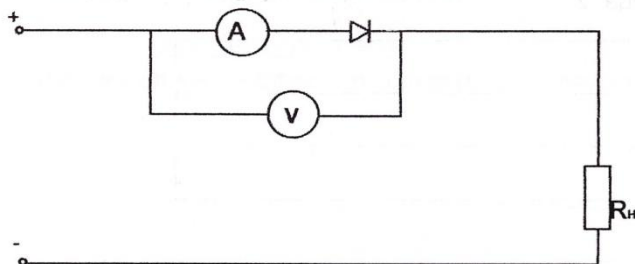
#### Исследование работы полупроводникового диода

- Цель работы:
1. Снять анодную характеристику диода.
  2. Определить прямое и обратное сопротивление.
  3. Научиться рассчитывать диодные цепи.

- Оснащение рабочего места:
1. Лабораторный стенд.
  2. Полупроводниковый диод (тип  $I_{доп.} = U_{доп.обр.} =$  )

#### УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Ознакомиться по учебнику ОЭ с принципом работы полупроводниковых диодов и стабилитронов.
2. Собрать электрическую цепь по схеме:



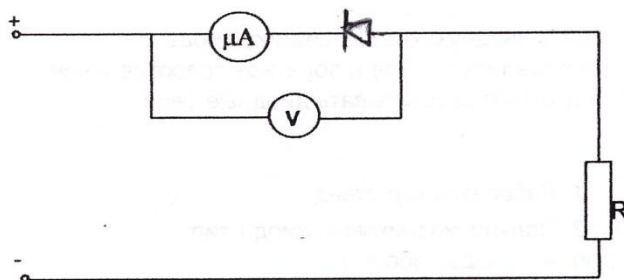
Плавно увеличивая напряжение на входе записать в таблицу значение  $U$  и  $I$ .

Прямое включение.

Таблица 1

|        |  |
|--------|--|
| U (В)  |  |
| I (mA) |  |
| R (Ом) |  |

Обратное включение.



Плавно увеличивая напряжение записать показания приборов в таблицу.

Таблица 2

|               |  |
|---------------|--|
| U (В)         |  |
| I ( $\mu A$ ) |  |
| R (Ом)        |  |

3. Построить в одной координатной сетке график зависимости  $I = f(U)$ . Масштаб построения выбрать самостоятельно.

**Решить задачу:** Определить параметры диодной цепи, собранной из 5 диодов при последовательном и параллельном включении.

В – 1  
Д 7 ис (0,3А; 500В)

В – 2  
Д 226 (0,3А; 300В)

В – 3  
КД 411Б (0,3А; 800В)

В – 4  
Д 214 (5А; 100В)

В – 5  
Д 214А (10А; 100В)

В – 6  
Д 215 (10А; 200В)

4. Ознакомиться с принципом работы и схемой включения стабилитронов.

5. Подготовить отчет и сдать работу преподавателю.

ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

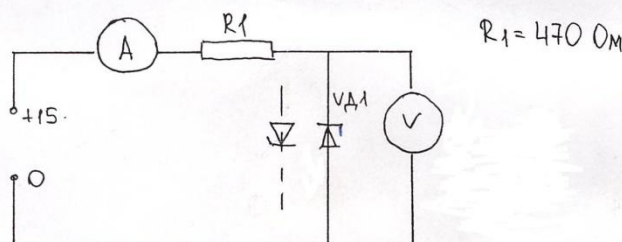
## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО СТАБИЛИТРОНА.

Цель работы: Изучить принцип действия стабилитрона, по данным измерений, построить графики прямой и обратной ветви вольт – амперной характеристики стабилитрона.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

1. Собрать схему согласно рисунку.



Включить стабилитрон в прямом направлении.

Установить переключатель блока ПГ в положение +15 В, а ручку «+15» – в левое крайнее положение.

Подключить схему к гнездам «+15», «0».

Увеличивая напряжение ручкой «+15» до максимального значения, снять зависимость тока стабилитрона  $I_{ст.}$  от напряжения стабилитрона  $U_{ст.}$  /прямая ветвь/.

#### ДАННЫЕ ИЗМЕРЕНИЙ ЗАНЕСТИ В ТАБЛИЦУ:

|           |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| U ст. пр. |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I ст. пр. |  |  |  |  |  |  |  |  |

Включить стабилитрон в обратном направлении. Снять зависимость тока стабилитрона  $I_{ст.}$  от напряжения  $U_{ст.}$  /обратная ветвь/. По данным измерений построить графики прямой и обратной ветви вольт – амперной характеристики стабилитрона.

|            |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|--|
| U ст. обр. |  |  |  |  |  |
| I ст. обр. |  |  |  |  |  |

#### ОТВЕТИТЬ НА КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Расшифровать марку стабилитрона КС – 175Ж.
2. Что называется стабилитроном?
3. Укажите на ВАХ стабилитрона рабочий участок.
4. Как изменяется напряжение стабилитрона при изменении протекающего через него тока?
5. Каковы основные параметры стабилитрона?
6. Какие свойства стабилитрона оцениваются дифференциальным сопротивлением?

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

## Лабораторная работа №3

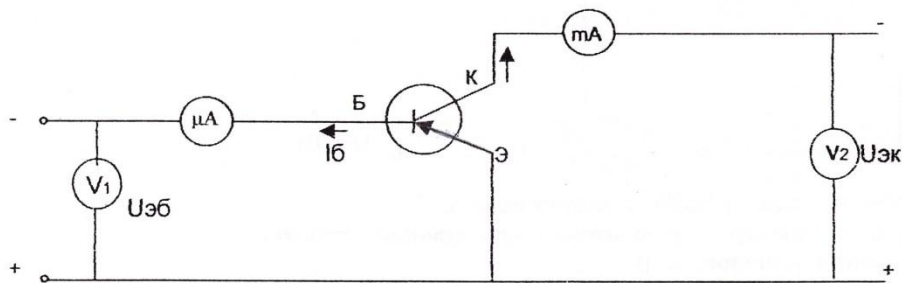
### Исследование работы полупроводникового триода (транзистора)

Цель работы: 1. Снять входные и выходные характеристик транзистора.  
2. Определить коэффициенты  $\alpha, \beta$ .

Оборудование: 1. Лабораторный стенд.

#### ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Собрать электрическую цепь по схеме:



2. Установить при  $I_b = 0$ ,  $U_{кэ} = \text{const}$  и плавно увеличивая  $U_{эб}$  записать значения  $I_b$  в таблицу.

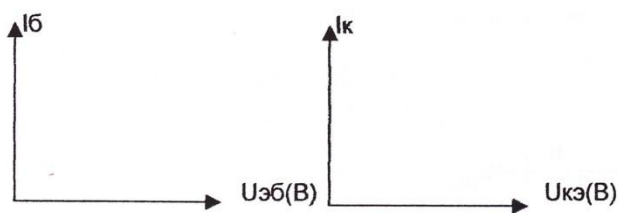
Таблица 1

| №<br>п/п | $U_{эк} = 0$ |                   | $U_{эк} =$   |                   |
|----------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|
|          | $U_{эб}$ (В) | $I_b$ ( $\mu A$ ) | $U_{эб}$ (В) | $I_b$ ( $\mu A$ ) |
|          |              |                   |              |                   |

3. Зависимость  $I_k = f(U_{ка})$  при  $I_b = \text{const}$  называют выходными характеристиками.

| $I_{b1}$     |            | $I_{b2}$     |            | $I_{b3}$     |            |
|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| $U_{кэ}$ (В) | $I_k$ (mA) | $U_{кэ}$ (В) | $I_k$ (mA) | $U_{кэ}$ (В) | $I_k$ (mA) |
|              |            |              |            |              |            |

4. Результаты испытаний представить в виде графиков входных и выходных характеристик.



Масштабы на осях выбрать самостоятельно.

5. Определить, пользуясь графиками (или данными таблицы) коэффициенты усиления  $\alpha, \beta$ .

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Чем конструктивно отличаются транзисторы р – п – р и п – р – п ?
2. Рассчитать сопротивления переходов ОБ и ОК по данным опыта?
3. Повторить систему обозначений полупроводниковых диодов и транзисторов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

### Лабораторная работа №4

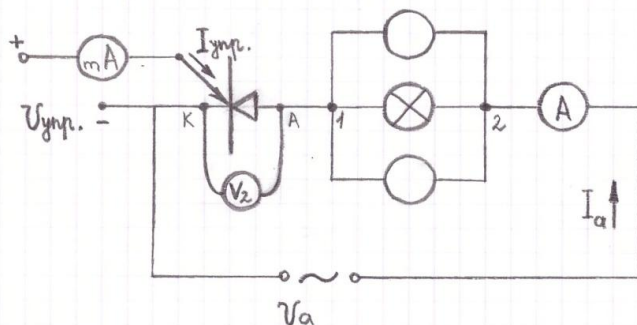
#### Исследование тиристора

Цель: Снять анодные характеристики тиристора КУ – 201А /  $I_{доп.} = 2\text{А}$ ,  $U_{доп. обр.} = 400\text{В}$ ,  $I_{упр. max.} = 3\text{мА}$ .

Оборудование: Лабораторный стенд.

#### ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ.

1. Ознакомиться с принципом работы динисторов и тиристоров (учебник Попова, стр. 409).
  2. Для испытания тиристора собрать электрическую цепь по схеме и показать ее преподавателю.
- А – анод, К – катод





3. Для исследования работы тиристора необходимо провести 2 – 3 серии опытов:
- установить  $I_{упр.} = 0$  и плавно повышая напряжение  $U_a$  от 0 до 200В записать в таблицу значения  $U_a$  и  $I_a$ . Вольтметр  $V_1$  надо подключить к клеммам К и А тиристора. До открывания тиристора все напряжение входа приложено к тиристоры  $U_{л1} U_{л2} = 0$  (если не горит).

После открывания тиристора его сопротивление скачком уменьшается, и входное напряжение будет приложено к лампе (лампа горит).

- провести такие же опыты при  $I_{упр.} = 0,5 \text{ мА}$  и  $I_{упр.} = 1,5 \text{ мА}$ .

По данным таблицы построить на одной координатной сетке 3 графика и сделать вывод.

| №<br>п/п | $I_{упр.} = 0$    |                   | $I_{упр.} = 0,5 \text{ мА}$ |                   | $I_{упр.} = 1,0 \text{ мА}$ |                   | $I_{упр.} = 1,5 \text{ мА}$ |                   |
|----------|-------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
|          | $U_a \text{ (В)}$ | $I_a \text{ (А)}$ | $U_a \text{ (В)}$           | $I_a \text{ (А)}$ | $U_a \text{ (В)}$           | $I_a \text{ (А)}$ | $U_a \text{ (В)}$           | $I_a \text{ (А)}$ |
| 1        |                   |                   |                             |                   |                             |                   |                             |                   |
| 2        |                   |                   |                             |                   |                             |                   |                             |                   |
| 3        |                   |                   |                             |                   |                             |                   |                             |                   |
| 4        |                   |                   |                             |                   |                             |                   |                             |                   |
| 5        |                   |                   |                             |                   |                             |                   |                             |                   |
| 6        |                   |                   |                             |                   |                             |                   |                             |                   |
| 7        |                   |                   |                             |                   |                             |                   |                             |                   |
| 8        |                   |                   |                             |                   |                             |                   |                             |                   |

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

- Из каких п/п материалов изготавливают тиристоры?
- Почему закрытое состояние тиристора устойчиво?
- Сохранится ли открытое состояние тиристора при снятии сигнала управления (проверить экспериментально).
- Каковы преимущества бесконтактного переключения электрических цепей?

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

### Лабораторная работа №5

#### Исследование фоторезистора и фотоэлемента с внешним фотоэффектом

Цель работы: Изучить работу и свойства различных фотоэлементов с внутренним и внешним фотоэффектом. Снять световую характеристику.

Оснащение рабочего места: микроамперметр постоянного тока 50 А, вольтметр постоянного тока 50 В, лампы, фотоэлемент, тумблеры, миллиамперметр постоянного тока 10 А, фоторезистор.

#### Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему согласно рисунку 1.

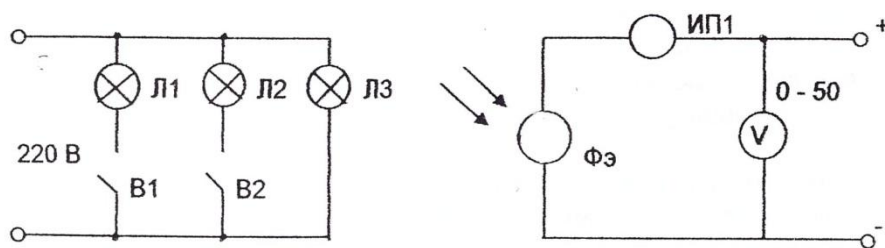


Рис. 1

ИП1 – микроамперметр постоянного тока 50 мА

ИП2 – вольтметр постоянного тока 50В

Л1 – Л3 – лампы

Фэ – фотоэлемент

В1, В2 – тумблеры

Установить на блоке питания переключатель "0-30 В" в положение "-".

Подключить схему к клеммам питания "0-30" и "220 В", изменяя напряжение на фотоэлементе от 0 до 30 В, измерить ток фотоэлемента для различных источников света (при включении одной, двух, трех ламп).

Показания приборов занести в таблицу 1.

| 1 лампа |    | 2 лампа |    | 3 лампа |    |
|---------|----|---------|----|---------|----|
| Иф      | Uф | Иф      | Uф | Иф      | Uф |
|         |    |         |    |         |    |

1. Собрать схему согласно рисунку 2.

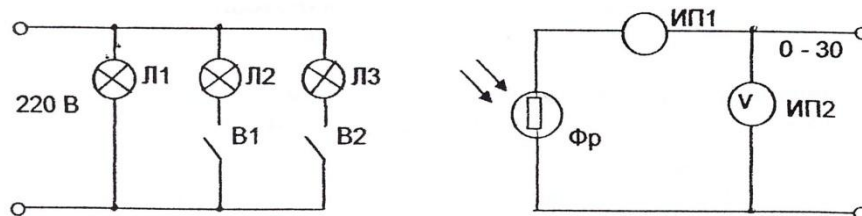


Рис.2

ИП1 – миллиамперметр постоянного тока 10 А

ИП2 – вольтметр постоянного тока 50 В

Л1 – Л3 – лампы

Фр – фоторезисторы  
В1, В2 – тумблеры

Установить на блоке питания переключатель "0-30" в положении "-".

Подключить схему к клеммам питания "0-30 В" и "220 В", изменяя напряжение на фотоэлементе от 0 до 30 В, измерьте ток фоторезистора для различных источников света (при включении одной, двух, трех ламп).

Показания приборов занести в таблицу 2.

| 1 лампа |    | 2 лампа |    | 3 лампа |    |
|---------|----|---------|----|---------|----|
| Iф      | Uф | Iф      | Uф | Iф      | Uф |
|         |    |         |    |         |    |

1. Постройте вольт-амперные характеристики для фотоэлемента и фоторезистора для различных источников света:  $I_f = f^*(V_f)$ .
2. Постройте световые характеристики для фотоэлемента и фоторезистора.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте понятие динодов.
2. Дайте условные обозначения фотоэлементов с внутренним фотоэффектом.
3. Что называют оптопарой? Её обозначение?

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

### Лабораторная работа №6

#### Изучение электронного осциллографа

**Цель работы:** Изучить принцип работы осциллографа и получить навыки пользования прибором.

**Оснащение рабочего места:** 1. Стенд  
2. Осциллограф электронный

#### Условия и порядок выполнения

1. Зарисовать структурную схему осциллографа.
2. Изучить и записать назначение каждого блока осциллографа.
3. Изучить основные технические данные прибора.
4. Разобраться в назначении ручек управления осциллографом и изучить порядок включения.
5. Включить осциллограф и провести калибровку.
6. Подать контрольный сигнал и зарисовать форму сигнала.

## Осциллограф электронный.

Осциллограф электронный предназначен для проведения визуальных наблюдений формы и частоты периодических колебаний.

### Технические данные.

Чувствительность усилителя вертикального отклонения на частоте кГц не менее 0,5 мм/мВ эфф.

Чувствительность усилителя горизонтального отклонения на частоте кГц не менее 45 мм/мВ эфф.

Неравномерность частотной характеристики усилителя вертикального и горизонтального отклонений в диапазоне частот от 10 Гц до 100 Гц не более 3 дБ.

На входе усилителя вертикального отклонения имеется делитель для исследования напряжений до 5 В и до 250 В эфф.

Входное сопротивление усилителя вертикального отклонения параллельно с емкостью не более 50 пф, горизонтального отклонения параллельно с емкостью не более 60 пф.

Входное сопротивление цепи внешней синхронизации 0,1 мОм параллельно с емкостью не более 50 пф.

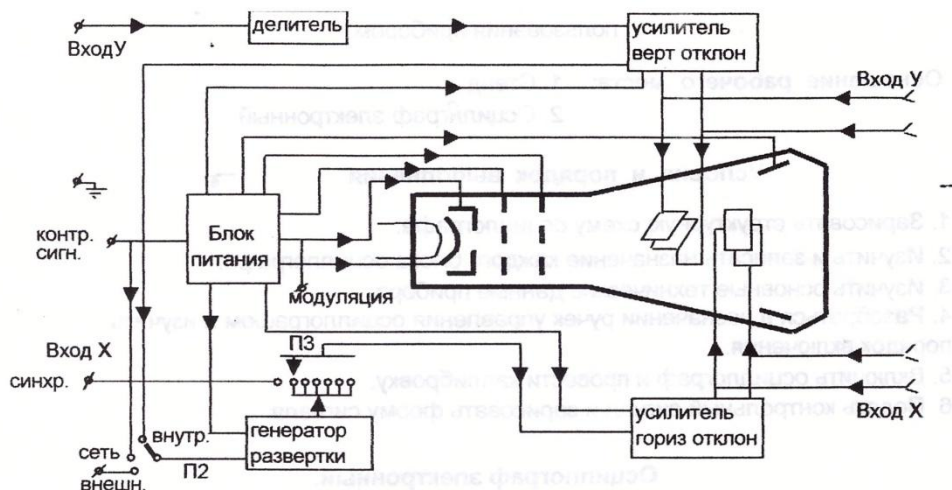
В приборе имеется три вида синхронизации:

1. Внутренняя (исследуемый сигналом)
2. От сети (напряжением накала ламп)
3. Внешняя (внешним сигналом)

Имеется возможность подачи исследуемого напряжения (постоянного или переменного тока) непосредственно на пластины электронно – лучевой трубки и модуляции луча по яркости.

Прибором может непрерывно работать 2 часа при температуре от +1° до +30° С.

### Устройство осциллографа. БЛОГ – СХЕМА ОСЦИЛЛОГРАФА



Из блок – схемы видно, что осциллографа состоит из следующих основных частей:

- электронно – лучевая трубка
- делитель (входная цепь)
- усилитель вертикального отклонения

генератор развертки  
усилитель горизонтального отклонения  
устройство для синхронизации  
блок питания

Связь между блоками показана линиями со стрелкой.

Исследуемое напряжение с зажима «Вход У» поступает на делитель.

Для гашения луча во время обратного хода на управляющий электрод электронно – лучевой трубки подается напряжение развертки.

На электроды электронно – лучевой трубки подаются различной величины напряжения постоянного тока, обеспечивающие возможность установления луча в центре экрана, а так же фокусирования и регулирования яркости луча.

Узел питания служит для получения напряжений постоянного тока, питающих схему прибора.

### **Включение осциллографа и его настройка**

по техническому описанию.

### **Задания для отчета.**

1) выполнить раздел «Условия и порядок выполнения».

### **ЛИТЕРАТУРА:**

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

### **Лабораторная работа №7 (1 час)**

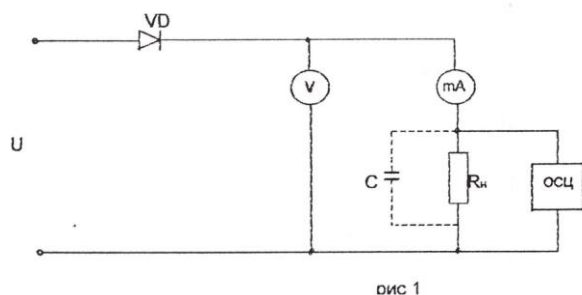
#### **Исследование работы однополупериодной схемы выпрямления**

Цель работы: Изучить работу однополупериодного выпрямителя.

Оснащение рабочего места: миллиамперметр постоянного тока,  
вольтметр постоянного тока, диод,  
сопротивление нагрузки, осциллограф.

#### **УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ**

1. Собрать схему: рис. 1.



2. Подключите схему к клеммам U

3. Изменяя напряжение на входе переключателем, снимите показания приборов и запишите в таблицу 1.

Таблица 1.

| № п/п | $U_{вх}$ | $I_{выпр.}$ | $U_{выпр.}$ |
|-------|----------|-------------|-------------|
|       |          |             |             |
|       |          |             |             |
|       |          |             |             |
|       |          |             |             |

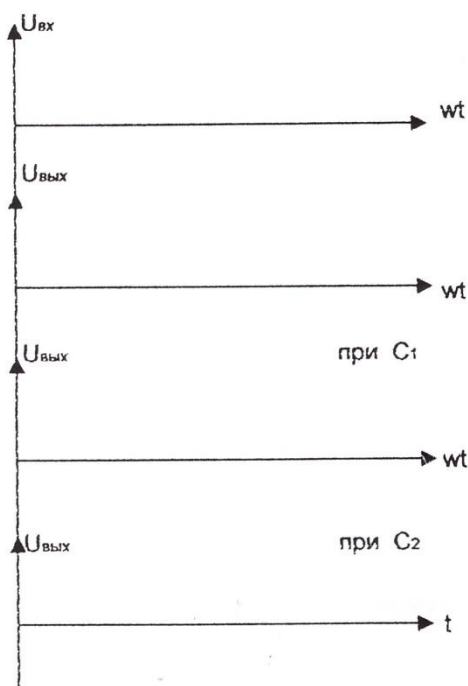
4. По данным взятым из таблицы постройте вольт – амперную характеристику однополупериодной схемы выпрямления.

5. Зарисуйте на кальку с экрана осциллографа форму выпрямленного тока.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой выпрямитель называется однополупериодным?
2. Какая схема выпрямления дает наибольший коэффициент пульсации?
3. Какова роль электрического фильтра в схемах выпрямления?

ЗАРИСОВАТЬ:



ВЫВОДЫ:

Отчет должен содержать:

1. Тема работы
2. Цель работы
3. Схема
4. Таблица с показаниями приборов
5. График вольт – амперной характеристики
6. Зарисованная на кальке форма выпрямленного тока
7. Ответы на контрольные вопросы

## ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

## Лабораторная работа №7 (1 час)

### Исследование мостовой схемы выпрямления

Цель работы: Изучить работу мостовой схемы выпрямления.

Оснащение рабочего места: миллиамперметр постоянного тока, вольтметр постоянного тока, диоды, сопротивление нагрузки 100 Ом, осциллограф.

### УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Собрать схему: рис. 1.

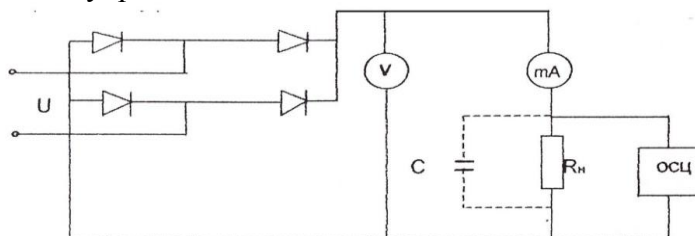


рис 1

2. Подключите схему к клеммам U.

3. Изменяя напряжение на входе переключателем, снимите показания приборов и запишите в таблицу 1.

Таблица 1

| № п/п | U <sub>вх</sub> | I <sub>выпр.</sub> | U <sub>выпр.</sub> |
|-------|-----------------|--------------------|--------------------|
| 1.    |                 |                    |                    |
| 2.    |                 |                    |                    |
| 3.    |                 |                    |                    |
| 4.    |                 |                    |                    |
| 5.    |                 |                    |                    |

4. По данным взятым из таблицы постройте вольт – амперную характеристику мостовой схемы выпрямления.

5. Зарисуйте на кальку с экрана осциллографа форму выпрямленного тока.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие элементы можно использовать в качестве вентиляей.
2. Какая схема выпрямления дает такой же выходной ток?
3. Чему равен к-т пульсации в такой схеме?
4. Какую роль выполняет конденсатор в этой схеме?

### ВЫВОДЫ:

Отчет должен содержать:

1. Тема работы
2. Цель работы

3. Схема
4. Таблица с показаниями приборов
5. График вольт – амперной характеристики
6. Зарисованная на кальке форма выпрямленного тока
7. Ответы на контрольные вопросы

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

#### ПРОВЕРКА ИСПРАВНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Цель работы: Научить определять исправность диодов и транзисторов.  
Определять тип транзистора и его электроды.

Оборудование: Набор диодов, транзисторов, омметр,  
соединительные провода.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Познакомиться подробно с методикой проверки диодов.

#### ПРОВЕРКА ДИОДОВ

Прямой и обратный токи полупроводниковых диодов при одинаковом приложенном напряжении существенно различны, что следует из них вольтамперных характеристик. Это используется при проверке диодов с помощью омметра. Прямое сопротивление измеряют при подключении плюсового вывода омметра к аноду, а минусового – к катоду диода. При измерении обратного сопротивления выводы омметра меняют местами. Если диод пробит, то его прямое и обратное сопротивления равны нулю.

У оборванного диода оба эти сопротивления бесконечно велики. Значения прямого и обратного сопротивления у исправных диодов точно указать нельзя, так как они зависят от приложенного напряжения, которое у разных авометров и на разных пределах измерения различно. Но при этом обратное сопротивление всегда больше прямого. Для диодов, которые рассчитаны на низкие обратные напряжения, отношение обратного сопротивления к прямому составляет 100 и более. Диоды, рассчитанные на большие обратные напряжения, имеют меньшие значения отношения обратного напряжения к прямому. Объясняется это тем, что обратное напряжение, приложенное к диоду от источника питания, мало по сравнению с обратным напряжением, на которое рассчитан диод.

При проверке полупроводникового диода с помощью омметра для получения прямого тока к нему необходимо приложить некоторое минимальное (пороговое) напряжение. Любой омметр обеспечивает такое напряжение. При последовательном соединении нескольких диодов пороговое напряжение, необходимое для их отпирания, увеличивается и может оказаться больше напряжения на клеммах омметра. По этой причине измерять прямое сопротивление диодных столбов при помощи омметра оказывается невозможным.

Проверку полупроводниковых стабилитронов с помощью омметра выполняют так же, как и диодов.

2. Проверить исправность диодов.
3. Ознакомиться подробно с методикой проверки транзисторов.



## ПРОВЕРКА ТРАНЗИСТОРОВ

Схема замещения биполярного транзистора представляет собой два диода включенных последовательно навстречу друг другу. Для транзисторов  $p - n - p$  структуры точку соединения (общую) образуют катоды, а для транзисторов  $n - p - n$  структуры – аноды. Таким образом, проверка транзисторов омметром сводится к проверке двух его  $p - n$  переходов: эмиттер – база и коллектор – база. Для проверки прямого сопротивления перехода транзистора структуры  $p - n - p$  к его базе подключают минусовой вывод омметра. Плюсовой вывод присоединяют поочередно к коллектору и эмиттору. Для проверки прямого сопротивления перехода транзистора  $p - n - p$  структуры к базе подключают плюсовой вывод омметра, а к коллектору и эмиттору – минусовой.

При проверке транзистора  $n - p - n$  структуры выполняют обратное подключение омметра: прямое сопротивление контролируют, соединяя с базой плюсовой вывод омметра, а обратное – минусовой. При пробое  $p - n$  перехода прямое и обратное сопротивления равны нулю. В случае обрыва перехода его сопротивления бесконечно велики. У исправного маломощного транзистора обратное сопротивление перехода во много раз превосходит прямое. У мощного транзистора это различие не так велико, но оно четко различается омметром.

С помощью этого прибора можно определить так же структуру  $p - n - p$  или  $n - p - n$  и значение выводов трансформатора в том случае если его название (марка), нанесенное на его корпус, по какой-либо причине стерлось или под руками отсутствует справочник. Сначала находят базу транзистора и его структуру. Для этого омметр переводят в положение измерения малых сопротивлений и его плюсовой вывод подключают к одному из электродов транзистора, а минусовой – поочередно к двум остальным. Если омметр в обоих случаях показывает очень большое сопротивление или в одном – малое, а в другом – большое, то его плюсовой вывод подключают к другому электроду и снова измеряют сопротивление между ними и остальными двумя. Так поступают до тех пор, пока не удастся найти электрод, имеющий малое сопротивление по сравнению с двумя другими, что соответствует открытому состоянию обоих переходов. Найденный таким образом электрод является базовым, а транзистор имеет структуру типа  $n - p - n$ .

Если так найти базу не удастся, необходимо поменять полярность подключения омметра, то есть к искомому базовому электроду подсоединить минусовой вывод омметра, а к остальным – плюсовой.

Таким образом можно найти базу транзистора  $p - n - p$  структуры.

Определение базового электрода у большинства высокочастотных транзисторов в металлическом корпусе упрощается тем, что они выполнены с выводом базы на корпус.

Затем находят, какой из двух оставшихся электродов является коллекторным. При  $n - p - n$  структуре транзисторов базу присоединяют к плюсовому выводу омметра, а при  $p - n - p$  к минусовому и измеряют сопротивление. В том случае, когда сопротивление оказалось меньше, база была соединена с коллектором транзистора.

В случае определения коллекторного электрода мощных транзисторов необходимо иметь в виду, что он, как правило, соединен с корпусом. У высокочастотных транзисторов в металлических корпусах коллекторный вывод тоже во многих случаях соединен с корпусом.

Полевые транзисторы с помощью омметра проверять не рекомендуется.

При восстановлении работоспособности различных электронных устройств иногда возникает задача заменить вышедшие из строя полупроводниковые приборы. Однако не всегда используемый в схеме транзистор, тиристор, диод или стабилитрон имеется в наличии. Работоспособность устройства в этом случае можно восстановить с помощью полупроводниковых приборов, имеющих сходные характеристики.

4. Определить исправность транзисторов.

| Марка диода | R пр. | R обр. |
|-------------|-------|--------|
|             |       |        |

| Марка транзистора | R э - б | R к - б |
|-------------------|---------|---------|
|                   |         |         |

Дать расшифровку маркам п/п – ых приборов.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие транзисторы не рекомендуют проверять с помощью омметра?
2. Как определить базу по внешнему виду у маломощного транзистора?
3. На какие группы по структуре делят транзисторы?
4. Какое сопротивление больше R прямое или R обр. у обгоревшего диода?

#### ЛИТЕРАТУРА:

Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013

**РАССМОТРЕНО**

на заседании методической (цикловой)  
комиссии дисциплин отделения «Электрификация  
и автоматизация сельского хозяйства»

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Председатель \_\_\_\_\_ Соломатова Н. П.  
*подпись*

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора  
по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Н.Рохина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ**

Специальность

08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения

*(шифр и наименование специальности)*

Дисциплина ОП.03 Электротехника и электроника

*(номер и наименование УД (МДК))*

Курс 2 Учебная (ые) группа (ы) МГ-21

Семестр: № 3, 4

Преподаватель \_\_\_\_\_ /Соломатова Н.П./  
*подпись* *Фамилия И.О.*

**Экзаменационные билеты для проведения  
экзамена по учебной дисциплине ОП.03 Электротехника и электроника**

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                          | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                      | Рассмотрено                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной<br>работе _____ Рохина С.Н.<br>« ____ » _____ 20 ____ г. | <b>№ <u>1</u></b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической<br>(цикловой) комиссии отделения<br>Протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н.<br>П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
*(шифр и наименование специальности)*

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Способы получения электроэнергии, её передача и распределение.
2. Вопрос №2. Добавочные сопротивления, назначение их и расчет.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
*подпись* *Фамилия И.О.*

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                |                                                                                         | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ __2__</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_2\_\_ Учебная группа \_\_МГ-21\_\_

1. Вопрос №1. Электрическое напряжение, потенциал.
2. Вопрос №2. Трансформаторы тока, их устройство, принцип действия, схема включения.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                |                                                                                         | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ __3__</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_2\_\_ Учебная группа \_\_МГ-21\_\_

1. Вопрос №1. Диэлектрики, поляризация диэлектриков, пробой.
2. Вопрос №2. Измерительные трансформаторы напряжения, устройство, принцип действия, схема включения.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

**государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)**

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                               | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | <b>№ 4</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_\_ МГ-21 \_\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Конденсатор, ёмкость его. Ёмкость плоского и цилиндрического конденсаторов. Ёмкость двухпроводной линии.
2. Вопрос №2. Рассказать об измерении тока.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

**государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)**

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                               | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | <b>№ 5</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_\_ МГ-21 \_\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Схемы соединения конденсаторов (последовательная, параллельная).
2. Вопрос №2. Рассказать о методах и средствах измерения напряжения.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                               | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>6</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Понятие электрического тока, его силы, плотности.
2. Вопрос №2. Рассказать об измерении мощности в целях постоянного и переменного однофазного тока.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /

подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                               | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>7</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Электрическое сопротивление и проводимость. Зависимость сопротивления от других параметров.
2. Вопрос №2. Рассказать об измерении активной мощности в трехфазных цепях.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /

подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                               | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | № <u>8</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Закон Ома для участка цепи и полной цепи.
2. Вопрос №2. Рассказать об измерении реактивной мощности.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                               | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | № <u>9</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Преобразование электроэнергии в тепловую. Допустимая нагрузка проводов, выбор сечения проводов с учетом допустимой потери напряжения и допустимой нагрузки.
2. Вопрос №2. Рассказать об учете энергии в однофазной цепи переменного тока.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>10</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Законы Кирхгофа.
2. Вопрос №2. Рассказать об учете активной энергии в трехфазных цепях.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>11</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Определение параметров цепи при последовательном и параллельном соединении резисторов.
2. Вопрос №2. Рассказать об учете реактивной энергии.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.



государственное автономное образовательное учреждение среднего профессионального образования  
государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>12</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Магнитное поле тока. Основные параметры поля.
2. Вопрос №2. Рассказать о приборах и методах измерения сопротивлений постоянному току.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>13</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Электромагнитная сила. Параллельные проводники с током.
2. Вопрос №2. Рассказать о приборах и методах измерения сопротивлений изоляции.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>14</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Индуктивность катушки, взаимоиндуктивность.
2. Вопрос №2. Рассказать об измерении сопротивления заземления.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>15</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца.
2. Вопрос №2. Рассказать о приборах и методах измерения частоты тока.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>16</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. ЭДС самоиндукции и взаимоиндукции.
2. Вопрос №2. Рассказать о приборах и методах измерения фазового сдвига и коэффициента мощности.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>17</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Цепь переменного тока с активным сопротивлением.
2. Вопрос №2. Рассказать об устройстве и принципе действия асинхронных двигателей.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                |                                                                                      | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ 18</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_\_ МГ-21 \_\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Цепь переменного тока с индуктивностью.
2. Вопрос №2. Способы пуска асинхронных двигателей.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                |                                                                                      | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ 19</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_\_ МГ-21 \_\_\_\_\_  
(шифр и наименование специальности)

1. Вопрос №1. Цепь переменного тока с емкостью.
2. Вопрос №2. Основные параметры и характеристики асинхронных двигателей.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>20</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Резонанс напряжения в цепи. Условие возникновения его.
2. Вопрос №2. Устройство и принцип действия машин постоянного тока.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>21</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Резонанс тока. Добротность контура.
2. Вопрос №2. Рассказать о двигателях постоянного тока.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>22</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Соединение «звездой» при симметричной нагрузке.
2. Вопрос №2. Рассказать о генераторах постоянного тока.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                               | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | № <u>23</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Соединение «треугольником» при симметричной нагрузке.
2. Вопрос №2. Рассказать об аппаратах ручного управления и плавких предохранителях.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

**государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)**

| Утверждаю                                                               |                                                                                          | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ __24__</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_2\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_МГ-21\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Расчет цепи при соединении источника и потребителя «звездой» при несимметричной нагрузке.
2. Вопрос №2. Рассказать о магнитных пускателях.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

**государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)**

| Утверждаю                                                               |                                                                                          | Рассмотрено                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__»_____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ __25__</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_2\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_МГ-21\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Смещение нейтрали. Роль нулевого провода.
2. Вопрос №2. Рассказать об автоматических выключателях.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | № <u>26</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Расчет несимметричной трехфазной цепи при соединении «треугольником».
2. Вопрос №2. Рассказать об электромагнитных реле.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ                                | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | № <u>27</u><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс 2 Учебная группа МГ-21

1. Вопрос №1. Устройство и принцип действия приборов магнитоэлектрической системы.
2. Вопрос №2. Рассказать об основной схеме электроснабжения.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.



государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                |                                                                                          | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ __28__</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_2\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_МГ-21\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Устройство и принцип действия приборов электромагнитной системы.
2. Вопрос №2. Способы соединения проводов и кабелей.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_Соломатова Н. П.\_\_\_\_\_  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                |                                                                                          | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ __29__</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_2\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_МГ-21\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Устройство и принцип действия приборов электро – и ферродинамической систем.
2. Вопрос №2. Дать понятие принципиальной, монтажной и электрической схем.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_Соломатова Н. П.\_\_\_\_\_  
подпись Фамилия И.О.

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области  
«Вельский сельскохозяйственный техникум имени Г.И.Шибанова»  
(ГАПОУ АО «ВСТ»)

| Утверждаю                                                                |                                                                                      | Рассмотрено                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зам. директора по учебной работе _____ Рохина С.Н.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ</b><br><b>№ 30</b><br>по ОП.03 Электротехника и электроника | На заседании методической (цикловой) комиссии отделения<br>Протокол №__ от «__» _____ 20__ г.<br>Председатель _____ Соломатова Н. П. |

Специальность 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения  
(шифр и наименование специальности)

Курс \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ Учебная группа \_\_\_\_\_ МГ-21 \_\_\_\_\_

1. Вопрос №1. Дать понятие шунтов и принцип их расчета.
2. Вопрос №2. Взаимосвязь схем. Переход от одной схемы к другой.
3. Вопрос №3. Задача.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Соломатова Н. П. /  
подпись Фамилия И.О.

**Задачи к экзаменационным билетам:**

Задача № 1.

Цепь с активным сопротивлением  $R = 40 \text{ Ом}$ , индуктивным  $X_L = 110 \text{ Ом}$ , емкостным  $X_C = 80 \text{ Ом}$ , включена на напряжение  $U = 125 \text{ В}$ . Определить:  $Z$ ,  $I$ ,  $U_a$ ,  $U_c$ . -построить векторную диаграмму.

Задача № 2.

Трехфазный асинхронный двигатель, соединенный «треугольником» подключен к сети с линейным напряжением 220 в. Определить линейные, фазные токи двигателя, если он развивает мощность 5 кВт при  $\cos \varphi = 0.75$

Задача № 3.

Параллельно соединены резисторы с сопротивлениями  $R_1 = 60 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 40 \text{ Ом}$ . Определить эквивалентное сопротивление.

Задача № 4.

Конденсатор емкостью  $C = 80 \text{ мкФ}$  включен в сеть с напряжением  $U = 240 \text{ В}$ , частотой  $f = 50 \text{ Гц}$ . Определить сопротивление конденсатора, ток в цепи, мощность.

Задача № 5.

Катушка с индуктивностью  $L = 51 \text{ мГн}$  и активным сопротивлением  $12 \text{ Ом}$  включена в сеть с напряжением 240 В и частотой 50 Гц. Определить:  $X_L$ ,  $Z$ ,  $I$ ,  $\cos \varphi$ .

Задача № 6.

В цепь 3-х фазного напряжения включены три сопротивления  $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$ , они соединены «звездой». Определить силу тока фазного и линейного, если  $U_{\text{л}} = 220 \text{ В}$ .

Задача №7.

К трехфазной сети напряжением 220 В подключено 66 ламп, каждая 40 Вт; 220 В. Найти токи в проводах, если три одинаковые группы ламп соединены «треугольником».

Задача №8.

Два конденсатора 10 мкФ и 20 мкФ, соединены параллельно, и к ним подведено напряжение 450 В. Определить эквивалентную емкость, и заряд цепи.

Задача № 9.

Определить эквивалентную емкость трех конденсатор при параллельном соединении.  $C_1 = 2$  мкФ,  $C_2 = 4$  мкФ,  $C_3 = 6$  мкФ.

Задача №10.

В сеть с напряжением  $U = 218$  В включен нагревательный прибор, сила тока которого  $I = 2,75$  А. Определить мощность прибора и стоимость энергии, израсходованной прибором в течении трех часов. Стоимость 1 кВт · час электрической энергии составляет 1,04 руб.

Задача № 11.

В однородном поле перпендикулярно магнитным линиям расположен прямолинейный провод длиной  $l = 0,5$  м с силой  $I = 200$  А. Магнитная индукция поля  $B = 0,8$  Т. Определить силу, действующую на провод.

Задача №12.

Определить ток и активную мощность цепи с напряжением  $U = 220$  В, если сопротивление ее  $R = 22$  Ом.

Задача №13.

Контур, по которому проходит ток 10,5 А, имеет потокосцепление самоиндукции 0,008 Вб. Определить индуктивность контура.

Задача № 14.

Три катушки ( $R = 7$  Ом и  $X_L = 24$  Ом) соединены «звездой». Линейное напряжение трехпроводной цепи 220 В. Найти фазные токи, напряжения, мощности.

Задача №15.

Определить сопротивление воздушной двухпроводной линии длиной 1 км, выполненной из медных проводов сечением 8 мм<sup>2</sup> при температуре окружающей среды 20 °С ( $\alpha = 0,0175$  Ом.мм<sup>2</sup>/м).

Задача № 16.

Э. Д. С. источника 100 В, внутреннее сопротивление  $r = 2$  Ом. Сопротивление потребителя 100 Ом. Определить ток цепи, проверить баланс мощностей.

Задача № 17.

Цепь, состоящая из конденсатора емкостью  $C = 80$  мкФ и реостата с сопротивлением  $R = 30$  Ом, находится под напряжением  $U = 120$  В с частотой  $f = 50$  Гц. Определить:  $X_C$ ,  $Z$ ,  $I$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ .

Задача № 18.

Два конденсатора 8 мкФ и 10 мкФ включены последовательно. Определите эквивалентную емкость цепи.

Задача №19.

Напряжение, измеренное вольтметром  $U = 220$  В. Определить амплитуду напряжения.

Задача № 20.

Дайте характеристику прибору со следующими знаками на шкале:  $v$  0,5  $\sim$  2 Э 523.

Задача № 21.

Предел измерения вольтметра электромагнитной системы составляет 7,5 В, при внутреннем сопротивлении  $R = 200$  Ом. Определить добавочное сопротивление, которое необходимо включить для расширения предела измерения до 600 В.

Задача № 22.

Определить полное сопротивление и активное в цепи, если  $A$ ,  $V$  и  $W$  включены через трансформаторы тока и напряжения с  $K = 50$ ;  $K = 40$  показали 4,2 А; 90 В; 240 Вт.

Задача № 23.

$A$ ;  $V$ ;  $W$  включены к нагрузке через трансформаторы тока 150/5 А и напряжения 1000/100 В. Показания приборов при этом были следующие: 2,4 А; 78 В; 165 Вт. Определить ток, напряжение и мощность нагрузки.

Задача № 24.

Дайте характеристику прибору со следующими данными на шкале: Hz 0,5  $\sim$  В 81.

Задача № 25.

Предел измерения микроамперметра 150 мкА должен быть расширен до 15 А. Определить сопротивление шунта, если внутреннее его сопротивление  $R_a = 400$  Ом.

Задача № 26.

Определить сопротивление шунта для расширения предела измерения амперметра в 25 раз, если сопротивление измерителя  $R_u = 0,24$  Ом.

Задача № 27.

Определить класс точности  $A$  с пределом измерения 100 мкА, если наибольшее значение абсолютной погрешности равно 1,7 мкА.

Задача № 28.

В трехфазную четырехпроводную цепь включены три  $W$ , которые дали следующие показания:  $P = 40$  Вт;  $P = 100$  Вт;  $P = 70$  Вт. Определить мощность цепи.

Задача № 29.

Определить добавочное сопротивление к измерителю с номинальным напряжением 45 мВ и сопротивлением  $R_u = 9$  Ом, если необходимо расширить предел измерения напряжения до 135 В.