

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Хатямов Рушан Фаритович  
Должность: Директор филиала СамГУПС в г. Пензе  
Дата подписания: 12.05.2021 20:59:47  
Уникальный программный ключ:  
98fd15750393b14b837b6336369ff46764a01e8ae27bb7c6fb7394f99821e0ad

Приложение к ППССЗ по специальности  
27.02.03 Автоматика и телемеханика  
на транспорте  
(железнодорожном транспорте)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**учебной дисциплины**  
**ОП.11 Электрические измерения**

**реализуемой в пределах**  
**программы подготовки специалистов среднего звена**  
**в филиале СамГУПС в г. Пензе**  
**для студентов очной и заочной форм обучения**  
Год начала подготовки 2020

Пенза 2020



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт фонда оценочных средств	4
2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке	6
3. Оценка освоения учебной дисциплины	7
4. Критерии оценивания по результатам текущего, рубежного и итогового контроля	11
5. Контрольно-оценочные материалы по учебной дисциплине	12
6. Список использованной литературы	37

## 1. Паспорт фонда оценочных средств

### 1.1 Область применения фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины ОП.11 «Электрические измерения».

ФОС включают контрольные материалы для проведения текущего контроля, рубежного контроля и промежуточной аттестации.

ФОС разработаны на основе ФГОС СПО рабочей программы учебной дисциплины ОП.11 «Электрические измерения».

### 1.2. Требования к уровню подготовки по дисциплине, перечень контролируемых компетенций:

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составить план действия; определить необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности	определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска	номенклатура информационных источников применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации
ПК 1.1-3.3 Анализировать работу станционных, перегонных, микропроцессорных и диагностических систем автоматики по принципиальным схемам. Определять и устранять отказы	- проводить электрические измерения параметров электрических сигналов приборами и устройствами различных типов и оценивать качество полученных результатов.	– приборы и устройства для измерения параметров в электрических цепях и их классификацию; – методы измерения и способы их автоматизации; – методику определения погрешности измерений и

<p>в работе станционных, перегонных, микропроцессорных и диагностических систем автоматики.</p> <p>Выполнять требования по эксплуатации станционных, перегонных микропроцессорных и диагностических систем автоматики.</p> <p>Обеспечивать техническое обслуживание устройств систем сигнализации, централизации и блокировки, железнодорожной автоматики и телемеханики</p>		<p>влияние измерительных приборов на точность измерений</p>
--	--	---

## 2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

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

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
Перечень знаний, осваиваемых в рамках дисциплины:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- приборы и устройства для измерения параметров в электрических цепях и их классификации.</li> <li>- методы измерения и способов их автоматизации.</li> <li>- методику определения погрешности измерений и влияния измерительных приборов на точность измерений.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся называет и указывает назначение приборов и устройств для измерения параметров в электрических цепях;</li> <li>- перечисляет методы измерения и способы их автоматизации;</li> <li>- поясняет методику определения погрешности измерений и влияния измерительных приборов на точность измерений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-различные виды устного и письменного опросов, оценка выполнения лабораторных работ</li> </ul>
Перечень умений, осваиваемых в рамках дисциплины:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить электрические измерения параметров электрических сигналов приборами и устройствами различных типов и оценивать качество полученных результатов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся грамотно применяет измерительные приборы и устройства для измерения параметров электрических сигналов и дает оценку качества полученных результатов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка результатов выполнения лабораторных работ</li> </ul>

### 3. Оценка освоения учебной дисциплины

#### 3.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине ОП.11. Электрические измерения, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения аудиторных занятий, а также выполнения обучающимися реферативной работы. Итоговый контроль в форме экзамена. Студент допущен до экзамена, если выполнены и зачтены лабораторные работы; тематические самостоятельные работы выполнены на положительные оценки.

Типовые задания для оценки освоения учебной дисциплины

#### Типовые задания для оценки умений (текущий контроль)

Наименование объектов контроля и оценки	Основные показатели оценки результата	Оценка
Измерять параметры электронных схем.	- измерение силы тока и напряжения; -измерение электрических сопротивлений; -измерение мощности; -измерение емкости, индуктивности, взаимной индуктивности и полных сопротивлений.	
Пользоваться электроизмерительными приборами и оборудованием.	- Использование электронных приборов и оборудования	

### 3.2 Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)

Таблица 2.2

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля					
	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые ОК, ПК	Форма контроля	Проверяемые ОК, ПК	Форма контроля	Проверяемые ОК, ПК
Тема 1.1. Введение	Устный опрос	ОК 01, 02 ПК 3.2			Итоговый опрос	ОК 01, 02 ПК 3.2
Тема 1.2. Основные понятия и определения измерительной техники	Устный опрос Самостоятельная работа	ОК 01, 02 ПК 3.2				
Тема 1.3. Общие сведения об аналоговых измерительных приборах	Устный опрос Самостоятельная работа	ОК 01, 02 ПК 3.2			Итоговый опрос	ОК 01, 02 ПК 3.2
Тема 2.1. Приборы непосредственной оценки	Устный опрос Самостоятельная работа	ОК 01, 02 ПК 3.2				

Тема 2.2. Конструкция приборов непосредственной оценки	Устный опрос Самостоятельная работа	ОК 01, 02 ПК 3.2			Итоговый опрос	ОК 01, 02 ПК 3.2
Тема 3.1. Измерение параметров электрических сигналов	Устный опрос Самостоятельная работа Лабораторная работа №1. Лабораторная работа №2. Лабораторная работа №3. Лабораторная работа №4.	ОК 01, 02 ПК 3.2	Устный и письменный опрос, оценка выполнения индивидуальных Лабораторных работ	ОК 01, 02 ПК 3.2		
Тема 3.2. Измерение параметров электрических цепей	Устный опрос Самостоятельная работа Лабораторная работа №5. Лабораторная работа №6. Лабораторная работа №7.	ОК 01, 02 ПК 3.2	Устный и письменный опрос, оценка выполнения индивидуальных Лабораторных работ	ОК 01, 02 ПК 3.2		
Тема 3.3. Измерение индуктивности, емкости	Устный опрос Самостоятельная работа Лабораторная работа №8. Лабораторная работа №9. Лабораторная работа №10.	ОК 01, 02 ПК 3.2	Устный и письменный опрос, оценка выполнения индивидуальных Лабораторных работ	ОК 01, 02 ПК 3.2		

Тема 3.4. Измерение мощности, энергии, частоты, фазы	Устный опрос Самостоятельная работа	ОК 01, 02 ПК 3.2			Итоговый опрос	ОК 01, 02 ПК 3.2
Тема 4.1. Цифровые измерительные приборы	Устный опрос Самостоятельная работа	ОК 01, 02 ПК 3.2				
Тема 4.2. Электронно-лучевые преобразователи	Устный опрос Самостоятельная работа	ОК 01, 02 ПК 3.2			Итоговый опрос	ОК 01, 02 ПК 3.2

#### **4. Критерии оценивания по результатам текущего, рубежного и итогового контроля**

Предметом оценки служат знания и умения, предусмотренные ФГОС СПО по дисциплине ОП.11 «Электрические измерения» и направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Контроль освоения студентами программного материала учебной дисциплины имеет следующие виды: текущий, рубежный и промежуточная аттестация.

Текущий контроль проводится с целью объективной оценки качества освоения программы учебной дисциплины, а также стимулирования учебной работы студентов, мониторинга результатов образовательной деятельности, подготовки к промежуточной аттестации и обеспечения максимальной эффективности учебно-воспитательного процесса.

Текущий контроль проводится преподавателем на любом из видов учебных занятий. Формы текущего контроля (устный опрос, практические занятия, письменная работа, тестирование, наблюдение за деятельностью обучающихся и т.д.) выбираются преподавателем, исходя из методической целесообразности.

Рубежный контроль является контрольной точкой по завершению отдельного раздела учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачёта по окончании изучения дисциплины.

В системе оценки знаний и умений используются следующие критерии:

**«Отлично»** - за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент легко ориентируется, владение понятийным аппаратом, за умение связывать теорию с практикой, решать практические задачи, высказывать и обосновывать свои суждения. Отличная отметка предполагает грамотное, логичное изложение ответа (как в устной, так и в письменной форме), качественное внешнее оформление;

**«Хорошо»** - если студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют некоторые неточности;

**«Удовлетворительно»** - если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения;

**«Неудовлетворительно»** - если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач; за полное незнание и непонимание учебного материала или отказ отвечать

## 5. Контрольно-оценочные материалы по учебной дисциплине

### 5.1 Контрольно-оценочные материалы для текущего контроля:

#### Тест № 1

1. Измерение - это:

- : определение физической величины опытным путем
- : определение физической величины теоретическим расчетом
- : преобразование физической величины опытным путем
- : преобразование физической величины в другую

2. Средством измерения называется техническое средство, используемое

- : как индикатор
- : при измерениях
- : как осветительное устройство
- : при сигнализации аварий

3. Электрическое сопротивление человеческого тела 3000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 380 В?

- : около 19 мА
- : около 13 мА
- : около 20 мА
- : около 50 мА

4. Цепь переменного тока с активным сопротивлением применяется

- : в нагревательных и осветительных приборах
- : в цепях питания аккумуляторных батарей
- : в цепях питания катушек
- : во всех перечисленных

5. Прибор

- : реостат
- : резистор
- : батарея
- : потенциометр
- : ключ

6. Какая величина равна отношению электрического заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, ко времени его прохождения?

- : сила тока
- : напряжение
- : сопротивление
- : работа тока
- : энергия

7. Единица измерения потенциала точки электрического поля...

- : Ватт
- : Ампер
- : Джоуль
- : Вольт
- : Ом

8. Как изменится напряжение на входных зажимах электрической цепи постоянного тока с активным элементом, если параллельно исходному включить ещё один элемент?

- : Не изменится
- : Уменьшится
- : Увеличится
- : Для ответа недостаточно данных

9. При каком напряжении выгоднее передавать электрическую энергию в линии электропередач

при заданной мощности?

- : При пониженном
- : При повышенном
- : Безразлично
- : Значение напряжения утверждено ГОСТом

10. Какую величину можно измерить по этой схеме?

- : Напряжение
- : Мощность
- +: Силу тока
- : Сопротивление

I:

S: Какую величину можно измерить по этой схеме?

- : Напряжение
- : Мощность
- : Силу тока
- : Сопротивление

11. Как должен быть подключен амперметр в электрическую цепь?

- : Параллельно нагрузке
- : Последовательно с нагрузкой
- : Не имеет значения
- : Без разницы

12. Как должен быть подключен вольтметр в электрическую цепь?

- : Параллельно нагрузке
- : Последовательно с нагрузкой
- : Не имеет значения
- : Без разницы

13. Что измеряет прибор, если на его шкале изображен значок?

- : Напряжение
- : Сопротивление
- : Силу тока
- : Мощность
- : Частоту тока

14. Что измеряет прибор, если на его шкале изображен значок?

- : Напряжение
- : Сопротивление
- : Силу тока
- : Мощность
- : Частоту тока

15. Что измеряет прибор, если на его шкале изображен значок?

Ω

- : Напряжение
- : Сопротивление
- : Силу тока
- : Мощность
- : Частоту тока

16. Какой прибор изображен на рисунке?

- : Диод
- : Транзистор
- : Стабилитрон
- : Терристор

17. Аналоговыми измерительными приборами называют приборы
- : показания которых являются непрерывной функцией измерений измеряемой величины
  - : устройства жесткой связи с подвижной частью измеряемого механизма
  - : устройства по созданию оптимального успокаивающего момента
  - : показаний измеряемой величины
18. Измерительный механизм
- : является преобразователем подведенной к нему механической энергии в электрическую энергию
  - : является преобразователем электрической энергии в механическую
  - : это выражение вращающего момента
  - : это электромеханический прибор
19. Магнитоэлектрический механизм применяется в
- : резисторах и шунтах
  - : конденсаторах и резисторах
  - : шунтах и вольтметрах
  - : амперметрах и вольтметрах
20. Гальванометр это
- : электроизмерительный прибор с высокой чувствительностью к току и напряжению
  - : электроизмерительный прибор с высокой чувствительностью к сопротивлению и току
  - : электроизмерительный прибор с высокой чувствительностью к напряжению и сопротивлению
  - : электроизмерительный прибор с высокой чувствительностью к напряжению
21. Прибор выпрямляющий переменный ток в постоянный
- : резистор
  - : конденсатор
  - : ваттметр
  - : диод
22. Термоэлектрические преобразователи рассчитаны на токи до
- : 4А
  - : 3 А
  - : 2 А
  - : 1А
23. Мостовые цепи применяются в качестве
- : фильтров
  - : резисторов
  - : делителя напряжения
  - : источника опорного напряжения
24. Потенциометр это
- : прибор для измерения токов
  - : прибор для измерения класса точности
  - : прибор для измерения напряжения
  - : прибор для измерения сопротивления
25. Усилители применяются в
- : амперметрах
  - : вольтметрах
  - : в магазинах сопротивлений
  - : в магазинах индуктивностей
26. Импульсные вольтметры применяются
- : для измерения действующего значения
  - : для измерения амплитуды периодической последовательности импульсов
  - : в электронных вольтметрах
  - : для характеристики входного сопротивления
27. Электронно-лучевой осциллограф это

- : прибор для визуального наблюдения электрических процессов
- : прибор для измерения действующего значения
- : прибор для измерения электрической величины
- : прибор для нахождения значений электрических величин опытным путём с помощью специальных технических средств

28. Электронный омметр измеряет

- : напряжение
- : ток
- : сопротивление
- : класс точности

29. Методическая погрешность это

- : электроизмерительный прибор с высокой чувствительностью;
- : устройство по созданию оптимального успокаивающего момента;
- : наименование кратких и дольных единиц;
- +: погрешность возникающая в результате включения измерительных приборов в исследуемую в цепь и обусловленная потребляемой ими мощностью.

30. Милливольтметры магнитоэлектрической системы используются для

- +: напряжение
- : токов
- : сопротивления
- : класса точности

## Тест № 2

Задание №1

Вопрос:

Прибор электромагнитной системы имеет неравномерную шкалу. Отсчёт невозможен в...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) в конце шкалы
- 2) в середине шкалы
- 3) во второй половине шкалы
- 4) в начале шкалы

Задание №2

Вопрос:

Относительной погрешностью называется...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению шкалы прибора в процентах
- 2) отношение измеренного значения величины к предельному значению шкалы прибора
- 3) разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины
- 4) отношение абсолютной погрешности к действительному значению величины в процентах

Задание №3

Вопрос:

Если измеренное значение тока  $I_{изм}$ , действительное значение тока  $I_{дв}$ , то относительная погрешность равна...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 10%
- 2) -0,1%
- 3) 0,1%
- 4) 5,6%

Задание №4

Вопрос:

Если амперметр, реагирующий на действующее значение измеряемой величины, показывает

2А, то показания ваттметра составят...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 100 Вт
- 2) 110 Вт
- 3) 220 Вт
- 4) 120 Вт

Задание №5

Вопрос:

Если амперметр показывает 4 А, а вольтметр 200 В, то величина R составит...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 50 Ом
- 2) 200 Ом
- 3) 30 Ом
- 4) 40 Ом

Задание №6

Вопрос:

Если показания вольтметра составляет  $PV = 50$  В, то показание амперметра РА при этом будет...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 60 А
- 2) 5 А
- 3) 20 А
- 4) 0,2 А

Задание №7

Вопрос:

В цепи синусоидального тока амперметр электромагнитной системы показал 0,5 А, тогда амплитуда этого тока  $I_m$  равна...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 0,5 А
- 2) 0,7 А
- 3) 0,9 А
- 4) 0,33 А

Задание №8

Вопрос:

Амперметры в схеме показали:  $I_2 = 3$  А,  $I_3 = 4$  А. Показания амперметра А1 равно...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 5 А
- 2) 1 А
- 3) 3,5 А
- 4) 7 А

### Тест № 3

Определите сопротивление лампы накаливания, если на ней написано 100 Вт и 220 В

а) 484 Ом б) 486 Ом в) 684 Ом г) 864 Ом

2. Какой из проводов одинаково диаметра и длины сильнее нагревается – медный или стальной при одной и той же силе тока ?

а) Медный б) Стальной в) Оба провода нагреваются одинаков  
г) Ни какой из проводов не нагревается

3. Как изменится напряжение на входных зажимах электрической цепи постоянного тока с активным элементом, если параллельно исходному включить ещё один элемент?

а) Не изменится б) Уменьшится в) Увеличится г) Для ответа недостаточно данных

4. В электрической сети постоянного тока напряжение на зажимах источника электроэнергии 26

- В. Напряжение на зажимах потребителя 25 В. Определите потерю напряжения на зажимах в процентах.
- а) 1 % б) 2 % в) 3 % г) 4 %
5. Электрическое сопротивление человеческого тела 3000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 380 В?
- а) 19 мА б) 13 мА в) 20 мА г) 50 мА
6. Какой из проводов одинаковой длины из одного и того же материала, но разного диаметра, сильнее нагревается при одном и том же токе?
- а) Оба провода нагреваются одинаково;  
 б) Сильнее нагревается провод с большим диаметром;  
 в) Сильнее нагревается провод с меньшим диаметром;  
 г) Проводники не нагреваются
7. В каких проводах высокая механическая прочность совмещается с хорошей электропроводностью?
- а) В стальных б) В алюминиевых в) В стальалюминиевых г) В медных
8. Определить полное сопротивление цепи при параллельном соединении потребителей, сопротивление которых по 10 Ом
- а) 20 Ом б) 5 Ом в) 10 Ом г) 0,2 Ом
9. Два источника имеют одинаковые ЭДС и токи, но разные внутренние сопротивления. Какой из источников имеет больший КПД ?
- а) КПД источников равны.  
 б) Источник с меньшим внутренним сопротивлением.  
 в) Источник с большим внутренним сопротивлением.  
 г) Внутреннее сопротивление не влияет на КПД.
10. В электрической схеме два резистивных элемента соединены последовательно. Чему равно напряжение на входе при силе тока 0,1 А, если  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 200 \text{ Ом}$ ?
- а) 10 В б) 300 В  
 в) 3 В г) 30 В
11. Какое из приведенных свойств не соответствует параллельному соединению ветвей?
- а) Напряжение на всех ветвях схемы одинаковы.  
 б) Ток во всех ветвях одинаков.  
 в) Общее сопротивление равно сумме сопротивлений всех ветвей схемы  
 г) Отношение токов обратно пропорционально отношению сопротивлений на ветвях схемы.
12. Какие приборы способны измерить напряжение в электрической цепи?
- а) Амперметры б) Ваттметры  
 в) Вольтметры г) Омметры
13. Какой способ соединения источников позволяет увеличить напряжение?
- а) Последовательное соединение б) Параллельное соединение  
 в) Смешанное соединение г) Ни какой
14. Электрическое сопротивление человеческого тела 5000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 100 В?
- а) 50 А б) 5 А  
 в) 0,02 А г) 0,2 А
15. В электрическую цепь параллельно включены два резистора с сопротивлением 10 Ом и 150 Ом. Напряжение на входе 120 В. Определите ток до разветвления.
- а) 40 А б) 20 А  
 в) 12 А г) 6 А
16. Мощность двигателя постоянного тока 1,5 кВт. Полезная мощность, отдаваемая в нагрузку, 1,125 кВт. Определите КПД двигателя.
- а) 0,8 б) 0,75 в) 0,7 г) 0,85
17. Какое из приведенных средств не соответствует последовательному соединению ветвей при постоянном токе?

- а) Ток во всех элементах цепи одинаков.
  - б) Напряжение на зажимах цепи равно сумме напряжений на всех его участках.
  - в) напряжение на всех элементах цепи одинаково и равно по величине входному напряжению.
  - г) Отношение напряжений на участках цепи равно отношению сопротивлений на этих участках цепи.
18. Какими приборами можно измерить силу тока в электрической цепи?
- а) Амперметром б) Вольтметром
  - в) Психрометром г) Ваттметром
19. Что называется электрическим током?
- а) Движение разряженных частиц.
  - б) Количество заряда, переносимое через поперечное сечение проводника за единицу времени.
  - в) Равноускоренное движение заряженных частиц.
  - г) Порядочное движение заряженных частиц.
20. Расшифруйте аббревиатуру ЭДС.
- а) Электронно-динамическая система б) Электрическая движущая система
  - в) Электродвижущая сила г) Электронно действующая с
21. В каких режимах могут работать источники ЭС ?
- а) генератора б) потребителя в) усилителя г) выпрямителя
22. Может ли в цепи, имеющей несколько источников сила тока быть равна нулю?
- а) определенный ответ нельзя дать б) нет в) да
23. В методе контурных токов число уравнений составляет равным
- а) числу узлов б) числу источников
  - в) числу независимых контуров г) числу всех контуров
24. Какие источники относятся к источникам тока?
- а) у которых внутреннее сопротивление гораздо меньше нагрузки
  - б) у которых внутреннее сопротивление гораздо больше нагрузки
  - в) у которых внутреннее сопротивление равно сопротивлению нагрузки нагрузки

#### Тест № 4

- 1) Зданы ток и напряжение:  $i = I_{\max} \sin(t)$   $u = U_{\max} \sin(t + 30^\circ)$ . Определите угол сдвига фаз.
- а)  $0^\circ$  б)  $30^\circ$
  - в)  $60^\circ$  г)  $150^\circ$
2. Схема состоит из одного резистивного элемента с сопротивлением  $R=220$  Ом. Напряжение на её зажимах  $u = 220 * \sin 628t$ . Определите показания амперметра и вольтметра.
- а)  $I = 1$  А  $U = 220$  В б)  $I = 0,7$  А  $U = 156$  В
  - в)  $I = 0,7$  А  $U = 220$  В г)  $I = 1$  А  $U = 156$  В
3. Амплитуда синусоидального напряжения  $100$  В, начальная фаза =  $-60^\circ$ , частота  $50$  Гц. Запишите уравнение мгновенного значения этого напряжения.
- а)  $u = 100 \cos(-60t)$  б)  $u = 100 \sin(50t - 60)$
  - в)  $u = 100 \sin(314t - 60)$  г)  $u = 100 \cos(314t + 60)$
4. Полная потребляемая мощность нагрузки  $S = 140$  кВт, а реактивная мощность  $Q = 95$  кВАр. Определите коэффициент нагрузки.
- а)  $\cos = 0,6$  б)  $\cos = 0,3$
  - в)  $\cos = 0,1$  г)  $\cos = 0,9$
5. При каком напряжении выгоднее передавать электрическую энергию в линии электропередач при заданной мощности?
- а) При пониженном б) При повышенном
  - в) Безразлично г) Значение напряжения утверждено ГОСТом
6. Напряжение на зажимах цепи с резистивным элементом изменяется по закону:  $u = 100 \sin(314t - 30^\circ)$ . Определите закон изменения тока в цепи, если  $R = 20$  Ом.
- а)  $i = 5 \sin 314 t$  б)  $i = 5 \sin(314t + 30^\circ)$

в)  $i = 3,55 \sin(314t + 30^\circ)$  г)  $i = 3,55 \sin 314t$

7. Амплитуда значения тока  $i_{\max} = 5 \text{ А}$ , а начальная фаза  $= 30^\circ$ . Запишите выражения для мгновенного значения этого тока.

а)  $i = 5 \cos 30 t$  б)  $i = 5 \sin 30^\circ$

в)  $i = 5 \sin(t + 30^\circ)$  г)  $i = 5 \sin(t + 30^\circ)$

8. Определите период сигнала, если частота синусоидального тока 400 Гц.

а) 400 с б) 1,4 с

в) 0.0025 с г) 40 с

9. В электрической цепи переменного тока, содержащей только активное сопротивление  $R$ , электрический ток.

а) Отстает по фазе от напряжения на  $90^\circ$

б) опережает по фазе напряжение на  $90^\circ$

в) совпадает по фазе с напряжением

г) независим от напряжения.

10. Обычно векторные диаграммы строят для :

а) амплитудных значений ЭДС, напряжений и токов

б) действующих значений ЭДС, напряжений и токов.

в) действующих и амплитудных значений

г) мгновенных значений ЭДС, напряжений и токов.

11. Амплитудное значение напряжения  $U_{\max} = 120 \text{ В}$ , начальная фаза  $\varphi = 45^\circ$ . Запишите уравнение для мгновенного значения этого напряжения.

а)  $u = 120 \cos(45t)$  б)  $u = 120 \sin(45t)$

в)  $u = 120 \cos(t + 45^\circ)$  г)  $u = 120 \cos(t + 45^\circ)$

12. Как изменится сдвиг фаз между напряжением и током на катушке индуктивности, если оба её параметра ( $R$  и  $X_L$ ) одновременно увеличатся в два раза?

а) уменьшится в два раза б) увеличится в два раза

в) не изменится г) уменьшится в четыре раза

13. Мгновенное значение тока  $I = 16 \sin 157 t$ . Определите амплитудное и действующее значение тока.

а) 16 А; 157 А б) 157 А; 16 А

в) 11,3 А; 16 А г) 16 А; 11,3

14. Каково соотношение между амплитудным и действующим значением синусоидального тока.

а)  $=$  б)  $=$

в)  $=_{\max}$  г)  $= I_{\max} / 2$

15. В цепи синусоидального тока с резистивным элементом энергия источника преобразуется в энергию:

а) магнитного поля б) электрического поля

в) тепловую г) магнитного и электрического полей

16. Укажите параметр переменного тока, от которого зависит индуктивное сопротивление катушки.

а) действующее значение тока б) начальная фаза тока

в) период переменного тока г) максимальное значение тока

17. Какое из приведённых соотношений электрической цепи синусоидального тока содержит ошибку?

а)  $\omega = 2\pi f$  б)  $U = U_{\max} / \sqrt{2}$

в)  $f = 1/T$  г)  $U = U_{\max} / 2$

18. Конденсатор ёмкостью  $C$  подключен к источнику синусоидального тока. Как изменится ток в конденсаторе, если частоту синусоидального тока уменьшить в 3 раза.

а) уменьшится в 3 раза б) увеличится в 3 раза

в) останется неизменной г) ток в конденсаторе не зависит от частоты синусоидального тока.

19. Как изменится период синусоидального сигнала при уменьшении частоты в 3 раза?

- а) Период не изменится б) Период увеличится в 3 раза  
 в) Период уменьшится в 3 раза г) Период изменится в раз
20. Катушка с индуктивностью  $L$  подключена к источнику синусоидального напряжения. Как изменится ток в катушке, если частота источника увеличится в 3 раза?  
 а) Уменьшится в 2 раза б) Увеличится в 32раза  
 в) Не изменится г) Изменится в раз
21. Какие элементы содержит цепь, если напряжение опережает ток на  $\varphi = 90^\circ$ ?  
 а) конденсатор б) катушку в) резистор г) варикап
22. Каково условие резонанса в контуре?  
 а)  $X_L = X_C$  б)  $Z = X_c$  в )  $Z = 2 R$  г)  $Z = X_L$

### Тест №5

1. Чему равен ток в нулевом проводе в симметричной трёхфазной цепи при соединении нагрузки в звезду?  
 а) Номинальному току одной фазы б) Нулю  
 в) Сумме номинальных токов двух фаз г) Сумме номинальных токов трёх фаз
2. Симметричная нагрузка соединена треугольником. При измерении фазного тока амперметр показал 10 А. Чему будет равен ток в линейном проводе?  
 а) 10 А б) 17,3 А  
 в) 14,14 А г) 20 А
3. Почему обрыв нейтрального провода четырехпроводной системы является аварийным режимом?  
 а) На всех фазах приёмника энергии напряжение падает.  
 б) На всех фазах приёмника энергии напряжение возрастает.  
 в) Возникает короткое замыкание  
 г) На одних фазах приёмника энергии напряжение увеличивается, на других уменьшается.
4. Выберите соотношение, которое соответствует фазным и линейным токам в трёхфазной электрической цепи при соединении звездой.  
 а)  $I_{\text{л}} = I_{\text{ф}}$  б)  $I_{\text{л}} = \sqrt{3} I_{\text{ф}}$   
 в)  $I_{\text{ф}} = I_{\text{л}}$  г)  $I_{\text{ф}} = \sqrt{3} I_{\text{л}}$
5. Лампы накаливания с номинальным напряжением 220 В включают в трёхфазную сеть с напряжением 220 В. Определить схему соединения ламп.  
 а) Трёхпроводной звездой.  
 б) Четырёхпроводной звездой  
 в) Треугольником  
 г) Шестипроводной звездой.
6. Каково соотношение между фазными и линейными напряжениями при соединении потребителей электроэнергии треугольником.  
 а)  $U_{\text{л}} = U_{\text{ф}}$  б)  $U_{\text{л}} = \sqrt{3} U_{\text{ф}}$   
 в)  $U_{\text{ф}} = U_{\text{л}}$  г)  $U_{\text{л}} = \sqrt{3} U_{\text{ф}}$
7. В трёхфазной цепи линейное напряжение 220 В, линейный ток 2А, активная мощность 380 Вт. Найти коэффициент мощности.  
 а)  $\cos \varphi = 0.8$  б)  $\cos \varphi = 0.6$   
 в)  $\cos \varphi = 0.5$  г)  $\cos \varphi = 0.4$
8. В трёхфазную сеть с линейным напряжением 380 В включают трёхфазный двигатель, каждая из обмоток которого рассчитана на 220 В. Как следует соединить обмотки двигателя?  
 а) Треугольником б) Звездой  
 в) Двигатель нельзя включать в эту сеть г) Можно треугольником, можно звездой
9. Линейный ток равен 2,2 А. Рассчитать фазный ток, если симметричная нагрузка соединена звездой.  
 а) 2,2 А б) 1,27 А  
 в) 3,8 А г) 2,5 А

10. В симметричной трехфазной цепи линейный ток 2,2 А. Рассчитать фазный ток, если нагрузка соединена треугольником.

- а) 2,2 А б) 1,27 А  
в) 3,8 А г) 2,5 А

11. Угол сдвига между тремя синусоидальными ЭДС, образующими трехфазную симметричную систему составляет:

- а)  $150^{\circ}$  б)  $120^{\circ}$   
в)  $240^{\circ}$  г)  $90^{\circ}$

12. Может ли ток в нулевом проводе четырехпроводной цепи, соединенной звездой быть равным нулю?

- а) Может б) Не может  
в) Всегда равен нулю г) Никогда не равен нулю.

13. Нагрузка соединена по схеме четырехпроводной цепи. Будут ли меняться фазные напряжения на нагрузке при обрыве нулевого провода: 1) симметричной нагрузки, 2) несимметричной нагрузки?

- а) 1) да 2) нет б) 1) да 2) да  
в) 1) нет 2) нет г) 1) нет 2) да

### Тест №6

#### Вопрос 1

*Какие параметры непосредственно измеряют электромеханическими измерительными приборами?*

Варианты ответов

- напряжение, силу, массу, скорость
- силу тока, напряжение, сопротивление, электрическую мощность, электрическую энергию, емкость, индуктивность
- температуру, сопротивление, уровень, давление, освещенность, напряжение

#### Вопрос 2

*Что понимают под измерением?*

Варианты ответов

- измерение тока, напряжения, сопротивления, мощности, энергии, емкости и т. д.
- определение физической величины опытным путем с помощью технических средств
- оценку электрических величин субъективным методом

#### Вопрос 3

*Значение величины, найденное при её измерении – это*

Варианты ответов

- результат измерения
- правильное значение
- действительное значение
- истинное значение

#### Вопрос 4

*Для измерения косвенным методом падения напряжения на элементе электрической цепи потребуются приборы:*

Варианты ответов

- амперметр
- вольтметр
- ваттметр и амперметр
- амперметр и омметр

#### Вопрос 5

*Для измерения прямым методом тока в цепи используют*

Варианты ответов

- амперметр
- вольтметр
- вольтметр и амперметр
- ваттметр

Вопрос 6

*Погрешность результата измерения - отклонение результата измерения от ... значения измеряемой величины.*

Варианты ответов

- предполагаемого
- вероятного
- действительного (истинного)

Вопрос 7

*Погрешность, которая изменяется случайным образом при повторном измерении той же величины*

Варианты ответов

- грубая
- случайная
- систематическая
- инструментальная

Вопрос 8

*Погрешность, которая остается постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях величины*

Варианты ответов

- систематическая
- случайная
- грубая
- инструментальная

Вопрос 9

*Укажите основные конструктивные элементы электромеханических измерительных приборов.*

Варианты ответов

- подшипники, стрелка, стекло, крепежные винты, устройство установки прибора в ноль
- постоянный магнит, электромагнит, электромагнитное реле, провода
- подвижная часть, отсчетное устройство, корректор, успокоитель, балансирующие грузики, корпус

Вопрос 10

*Какие из перечисленных погрешностей относятся к основным видам погрешностей?*

Варианты ответов

- абсолютная
- приведенная
- относительная
- грубая

Вопрос 11

*Какая погрешность определяет класс точности электроизмерительного прибора?*

Варианты ответов

- приведенная
- абсолютная
- относительная

Вопрос 12

*Какие из перечисленных показателей относятся к основным показателям электроизмерительных приборов?*

Варианты ответов

- номинальная величина
- цена деления
- класс точности

Вопрос 13

*Отношение абсолютной погрешности измерения, к действительному значению измеряемой величины выраженное в процентах, называется.....*

Варианты ответов

- относительной погрешностью
- абсолютной погрешностью
- приведённой погрешностью

Вопрос 14

*Разность между измеренным и действительным значениями измеряемой величины называется.....*

Варианты ответов

- относительной погрешностью
- абсолютной погрешностью
- приведенной погрешностью

Вопрос 15

*Отношение абсолютной погрешности измерения к верхнему пределу шкалы прибора, выраженное в процентах, называется.....*

Варианты ответов

- абсолютной погрешностью
- относительной погрешностью
- приведенной погрешностью

Вопрос 16

*Для чего в измерительном механизме прибора необходима стрелка?*

Варианты ответов

- для установки стрелки в нулевое положение
- для повышения точности измерений
- для прекращения колебаний подвижной части
- для указания измеряемой величины
- для создания противодействующего момента

Вопрос 17

*Для чего в измерительном механизме электроизмерительного прибора необходим успокоитель?*

Варианты ответов

- для установки стрелки в нулевое положение
- для прекращения колебаний подвижной части
- для повышения точности измерений
- для указания измеряемой величины
- для создания противодействующего момента

Вопрос 18

*Какие из перечисленных показателей указывают на передней панели прибора?*

Варианты ответов

- номинальная величина
- класс точности
- единица измеряемой величины

## 5.2 Контрольно-оценочные материалы для рубежного контроля:

1. При измерении тока было получено значение  $I_1 = 25,5 \text{ A}$ , тогда как действительное его значение было  $I = 25 \text{ A}$ .

Определить абсолютную и относительную погрешности измерения.

**Решение:**

Абсолютной погрешностью измерения называют разность между полученными при измерении и действительными значениями измеряемой величины:

$$\Delta I = I_1 - I = 25,5 - 25 = 0,5 \text{ A}$$

Относительная погрешность, оценивающая качество выполненного измерения, представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины (отношение, выраженное в процентах):

$$\psi_{\text{изм}} = \frac{\Delta I}{I} \cdot 100 = \frac{0,5}{25} \cdot 100 = 2\%.$$

2. Чтобы измерить э. д. с. генератора, к его зажимам при холостом ходе присоединили вольтметр, сопротивление которого 1200 Ом. Внутреннее сопротивление генератора 0,6 Ом.

(Определить относительную погрешность, если показание вольтметра принимается равным э. д. с. генератора.

**Решение:**

На основании второго закона Кирхгофа для неразветвленного контура, состоящего из генератора и вольтметра, имеем

$$E = r_0 I + r_V I,$$

или, вынося  $I$  за скобку,

$$E = (r_0 + r_V) I = (1200 + 0,6) I = 1200,6 I.$$

Если же приближенное показание вольтметра принять равным э. д. с. генератора, то

$$E_1 = r_V I, \text{ или } E_1 = 1200 I.$$

Абсолютная погрешность — это разность между найденным  $(E_1)$  и действительным  $(E)$  значениями измеряемой величины:

$$\Delta E = E_1 - E = 1200 I - 1200,6 I = -0,6 I.$$

Отношение абсолютной погрешности  $(\Delta E)$  к действительному значению измеряемой величины  $(E)$ , выраженное в процентах, представляет собой относительную погрешность измерения:

$$\psi_{\text{изм}} = \frac{\Delta E}{E} \cdot 100 = \frac{-0,6 I}{1200,6 I} \cdot 100 = -0,5\%.$$

Эта погрешность возникает от несовершенства метода измерения и относится к систематическим погрешностям, которые останутся при данном методе измерения и при повторных измерениях.

3. Номинальный ток амперметра равен 5 А. Класс точности его 1,5. Определить наибольшую возможную абсолютную погрешность прибора.

**Решение:**

Число 1,5, указывающее класс точности амперметра, обозначает основную приведенную его погрешность, т. е. выраженное в процентах отношение наибольшей возможной абсолютной погрешности прибора  $(\Delta I)$ , находящегося в нормальных условиях, к номинальной величине тока  $(I_{ном})$ :

$$\psi_{пр} = \frac{\Delta I}{I_{ном}} \cdot 100.$$

Примечание. Условия нормальны, если прибор установлен в положении, указанном на его шкале, находится в среде с температурой 20°C и не подвержен действию внешних магнитных полей (кроме магнитного поля Земли).

Следовательно,

$$\psi_{пр} = 1,5\%, \quad I_{ном} = 5 \text{ A}.$$

Подставив числовые значения, получим

$$1,5\% = \frac{(\Delta I)_{\max}}{5} \cdot 100,$$

откуда

$$(\Delta I)_{\max} = \frac{1,5 \cdot 5}{100} = \frac{7,5}{100} = 0,075 \text{ A}$$

**4.** Номинальный ток амперметра 5 А, сопротивление 0,02 Ом.

Какой ток проходит в цепи, если амперметр, зашунтированный сопротивлением 0,005 Ом, показывает 4,5 А?

**Решение:**

Шунт и амперметр соединены параллельно. Токи, проходящие в пассивных параллельных ветвях (не содержащих э. д. с), обратно пропорциональны сопротивлениям этих ветвей:

$$\frac{I_a}{I_{ш}} = \frac{r_{ш}}{r_a},$$

откуда

$$I_{ш} = I_a \frac{r_a}{r_{ш}} = 4,5 \cdot \frac{0,02}{0,005} = 18 \text{ A}.$$

Ток  $I$  в цепи на основании первого закона Кирхгофа равен сумме токов в амперметре  $(I_a)$  и в шунте  $(I_{ш})$ :

$$I = I_a + I_{ш} = 4,5 + 18 = 22,5 \text{ A}.$$

**5.** Через амперметр, номинальный ток которого 5 А и сопротивление 0,1 Ом, проходит ток 4 А; вольтметр, номинальное напряжение которого 150 В и сопротивление 5000 Ом, включен на напряжение 120 В.

Определить потери мощности в этих приборах.

**Решение:**

Потери мощности в амперметре

$$P_A = r_A I_A^2 = 0,1 \cdot 4^2 = 1,6 \text{ Вт}.$$

Потери мощности в вольтметре

$$P_V = \frac{U_V^2}{r_V} = \frac{120^2}{5000} = \frac{14400}{5000} = 2,88 \text{ Вт}.$$

Суммарные потери мощности в обоих электроизмерительных приборах

$$P_A + P_V = 1,6 + 2,88 = 4,48 \text{ Вт}.$$

Анализируя формулы для  $P_A$  и  $P_V$  можно сделать вывод, что при номинальных величинах потери мощности  $P_A$  будут тем меньше, чем меньше значение  $r_A$ , а потери мощности  $P_V$  — тем меньше, чем больше значение  $r_V$ . Кроме того, чем больше номинальный ток амперметра, тем меньше должно быть сопротивление амперметра. В свою очередь, чем больше номинальное напряжение вольтметра, тем больше должно быть сопротивление вольтметра. Тогда потери мощности в этих приборах не будут чрезмерно большими.

6. Ток в цепи по мере присоединения к ней приемников энергии стал больше номинального тока амперметра  $I_{нолд} = 5 \text{ A}$ , внутреннее сопротивление которого  $r_A = 0,1 \text{ Ом}$ . Тогда было решено измерять ток в цепи двумя параллельно включенными амперметрами (рис. 54), причем номинальный ток второго амперметра  $I_{нолд} = 5 \text{ A}$  и внутреннее сопротивление  $r_{A_2} = 0,08 \text{ Ом}$ .  
 Определить показания амперметров при измерении суммарного тока  $I=8 \text{ A}$ .

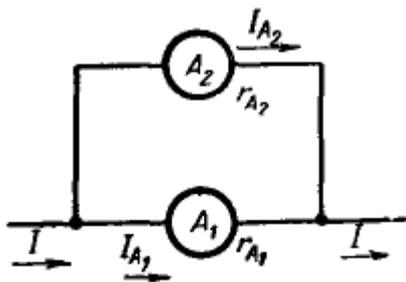


Рис. 54

Решение:

Согласно первому закону Кирхгофа,

$$I_{A_1} + I_{A_2} = I \text{ или } I_{A_1} + I_{A_2} = 8. \quad (a)$$

С другой стороны, отношение токов в параллельных пассивных ветвях равно обратному отношению сопротивлений этих ветвей:

$$\frac{I_{A_2}}{I_{A_1}} = \frac{r_{A_1}}{r_{A_2}} \text{ или } \frac{I_{A_2}}{I_{A_1}} = \frac{0,1}{0,08} = 1,25. \quad (б)$$

Следовательно, вместо тока  $I_{A_2}$  можно в уравнение (а) подставить, согласно уравнению (б), величину  $1,25I_{A_1}$ :

$$I_{A_1} + 1,25I_{A_1} = 8,$$

или

$$2,25I_{A_1} = 8,$$

откуда

$$I_{A_1} = \frac{8}{2,25} = 3,55 \text{ A}.$$

Показание второго амперметра:

$$I_{A_2} = 1,25I_{A_1} = 1,25 \cdot 3,55 = 4,44 \text{ A}.$$

Отсюда видно неудобство рассматриваемой схемы параллельного включения двух амперметров с равными номинальными токами, но с различными внутренними сопротивлениями; суммарный ток цепи не разветвляется между амперметрами поровну: в то время как амперметр с меньшим сопротивлением будет нагружен предельно, другой амперметр останется нагружен неполностью.

7. Определить сопротивление шунта для магнитоэлектрического измерительного механизма, номинальный ток которого  $I_{измном} = 5 \text{ мА}$  и сопротивление  $r_{изм} = 20 \text{ Ом}$ , если шунтирующий множитель  $p = 6$  (рис. 55).

Решение:

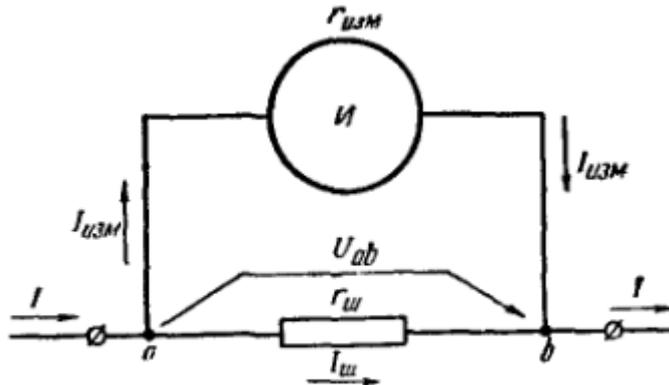


Рис. 55

Амперметр магнитоэлектрической системы представляет собой сочетание измерительного механизма этой системы и шунта, который служит для расширения предела измерения тока ( $10 \div 100 \text{ мА}$ ). Шунт включается в цепь измеряемого тока, а параллельно шунту присоединяется измерительный механизм (рис. 55). На основании закона Ома напряжение между точками а и б можно выразить через данные ветви измерительного механизма:

$$U_{ab} = r_{изм} I_{изм} \quad (4)$$

а также через ток в цепи I и эквивалентное сопротивление двух параллельных ветвей:

$$U_{ab} = \frac{r_{изм} r_{ш}}{r_{изм} + r_{ш}} I. \quad (5)$$

Разделив выражение (4) на (5), получим

$$1 = \frac{I_{изм}}{I} \cdot \frac{r_{изм} + r_{ш}}{r_{ш}},$$

откуда неразветвленный ток

$$I = \left( \frac{r_{изм}}{r_{ш}} + 1 \right) I_{изм}$$

Выражение в скобках обозначается буквой p и называется шунтирующим множителем:

$$p = \frac{r_{изм}}{r_{ш}} + 1,$$

который представляет собой число, показывающее, во сколько раз измеряемый ток больше тока в измерительном механизме.

Из последнего выражения следует, что сопротивление шунта

$$r_{ш} = \frac{r_{изм}}{p-1},$$

или, в рассматриваемом случае,

$$r_{ш} = \frac{20}{6-1} = 4 \text{ Ом.}$$

При шунте, имеющем эту величину сопротивления, номинальное значение измеряемого тока

$$I_{ном} = I_{изм ном} p = 5 \cdot 6 = 30 \text{ мА.}$$

8. Многопредельный вольтметр имеет четыре предела измерения: 3, 15, 75 и 150 в (рис. 56). Наибольший допустимый (номинальный) ток прибора 30 мА.

Определить добавочные сопротивления  $r_1, r_2, r_3$  и  $r_4$ , включенные последовательно с прибором, если сопротивление вольтметра без этих сопротивлений  $r_V = 10 \text{ Ом}$ .

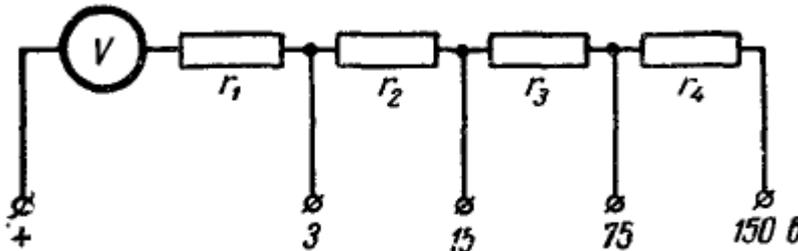


Рис. 56

Решение:

При пользовании вольтметром для измерения напряжений до трех вольт последовательно с прибором включается сопротивление  $r_1$ . Сопротивление измерительной цепи на основании закона Ома

$$r_V + r_1 = \frac{U_1}{I_{ном}} = \frac{3}{30 \cdot 10^{-3}} = 100 \text{ Ом,}$$

откуда

$$r_1 = 90 \text{ Ом.}$$

При использовании зажимов «+» и 15 В имеем увеличение сопротивления измерительной цепи на  $r_2$ . На основании закона Ома

$$r_V + r_1 + r_2 = \frac{U_2}{I_{ном}} = \frac{15}{30 \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ Ом,}$$

откуда

$$r_2 = 400 \text{ Ом.}$$

Если для измерения напряжения воспользоваться зажимами «+» и 75 В, то будем иметь в измерительной цепи четыре сопротивления, соединенных последовательно:

$$r_V + r_1 + r_2 + r_3 = \frac{U_3}{I_{ном}} = \frac{75}{30 \cdot 10^{-3}} = 2500 \text{ Ом,}$$

откуда

$$r_3 = 2000 \text{ Ом.}$$

При включении вольтметра на напряжение до 150 В используются зажимы «+» и 150 В. Сопротивление неразветвленной цепи на основании закона Ома равно

$$r_V + r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = \frac{U_4}{I_{ном}} = \frac{150}{30 \cdot 10^{-3}} = 5000 \text{ Ом},$$

откуда

$$r_4 = 2500 \text{ Ом}.$$

9. Два пассивных приемника энергии, сопротивления которых  $r_1 = 3000 \text{ Ом}$  и  $r_2 = 1000 \text{ Ом}$ , соединены последовательно и включены на напряжение 120 В.

Можно ли получить правильные значения напряжений на этих приемниках путем присоединения к их зажимам вольтметра, сопротивление которого равно 3000 Ом?

Решение:

Напряжение на приемниках можно определить расчетом на основании закона Ома. Действительно, напряжения относятся как сопротивления приемников:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{3000}{1000} = 3.$$

Сумма напряжений приемников равна приложенному напряжению:

$$U = U_1 + U_2 = 120 \text{ В}.$$

Напряжение на первом приемнике

$$U_1 = \frac{U r_1}{r_1 + r_2} = \frac{120 \cdot 3000}{3000 + 1000} = 90 \text{ В}.$$

Напряжение на втором приемнике

$$U_2 = \frac{U r_2}{r_1 + r_2} = \frac{120 \cdot 1000}{3000 + 1000} = 30 \text{ В},$$

или

$$U_2 = U - U_1 = 120 - 90 = 30 \text{ В}.$$

Присоединение вольтметра к зажимам первого приемника изменяет сопротивление на первом участке и делает его равным

$$r_I = \frac{r_1 r_V}{r_1 + r_V} = \frac{3000 \cdot 3000}{3000 + 3000} = 1500 \text{ Ом}.$$

Напряжение между зажимами этого участка

$$U_I = \frac{U r_I}{r_I + r_2} = \frac{120 \cdot 1500}{1500 + 1000} = 72 \text{ В}.$$

Это напряжение будет показанием вольтметра, относительная погрешность измерения

$$\psi_{изм1} = \frac{\Delta U_1}{U_1} \cdot 100 = \frac{U_I - U_1}{U_1} \cdot 100 = \frac{72 - 90}{90} \cdot 100 = -20\%.$$

Если присоединить вольтметр к зажимам второго приемника, то изменится сопротивление на втором участке, которое станет равным

$$r_{II} = \frac{r_2 r_V}{r_2 + r_V} = \frac{1000 \cdot 3000}{1000 + 3000} = 750 \text{ Ом}.$$

Напряжение между зажимами этого участка

$$U_{II} = \frac{U r_{II}}{r_{II} + r_1} = \frac{120 \cdot 750}{750 + 3000} = 24 \text{ В}.$$

Это напряжение будет показанием вольтметра. Относительная погрешность измерения

$$\psi_{изм2} = \frac{\Delta U_2}{U_2} \cdot 100 = \frac{U_{II} - U_2}{U_2} \cdot 100 = \frac{24 - 30}{30} \cdot 100 = -20\%.$$

Характерно, что в обоих случаях относительная погрешность измерения отрицательна, т. е. присоединение вольтметра параллельно пассивному элементу цепи, сопротивление которого того же порядка, что и у вольтметра, заметно понижает напряжение на этом элементе. Сопротивление вольтметра должно быть большим по сравнению с сопротивлением элемента цепи, напряжение на котором измеряется. Напротив, сопротивление амперметра, включенного в разрыв цепи так, что он оказывается соединенным последовательно с приемником энергии, должно быть мало по сравнению с сопротивлением приемника. В обоих случаях включение электроизмерительного прибора не должно изменять режима цепи.

10. На рис. 57 приведена неправильная схема включения параллельной цепи ваттметра. Определить разность потенциалов между генераторными зажимами обмоток (помечены звездочками), если номинальный ток параллельной цепи ваттметра 30 мА, сопротивление параллельной обмотки и сопротивление внутри прибора 1000 Ом, напряжение сети 220 В. Прибор рассчитан на напряжение 300 В.

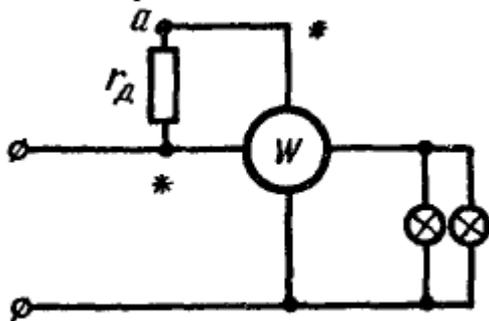


Рис. 57

Решение:

Сопротивление параллельной цепи ваттметра, обеспечивающее ток в цепи 30 мА при напряжении 300 В, равно

$$r_d + r_v = \frac{300}{30 \cdot 10^{-3}} = 10000 \text{ Ом.}$$

Добавочное сопротивление, включенное последовательно с параллельной обмоткой ваттметра,

$$r_d = 10000 - r_v = 10000 - 1000 = 9000 \text{ Ом.}$$

Напряжение на параллельной обмотке, находящейся внутри прибора, при номинальном токе равно

$$r_v I_{U_{ном}} = 1000 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 30 \text{ В.}$$

Ток в параллельной цепи при напряжении сети меньше номинального тока:

$$I_U = \frac{U}{r_d + r_v} = \frac{220}{10000} = 22 \cdot 10^{-3} = 22 \text{ мА.}$$

Напряжение на добавочном сопротивлении при этом токе

$$U_d = r_d I_U = 9000 \cdot 22 \cdot 10^{-3} = 198 \text{ В.}$$

Так как генераторный зажим последовательной обмотки ваттметра и один из зажимов добавочного сопротивления соединены в точке \*, то потенциалы их равны. Следовательно, потенциал другого зажима на добавочном сопротивлении (точка а), соединенного с

генераторным зажимом параллельной обмотки, отличается на  $U_d = 198 \text{ В}$  от потенциала первого зажима, т. е. между генераторными зажимами параллельной и последовательной обмоток,

помеченными звездочками, имеется разность потенциалов  $U_d = 198 \text{ В}$ . Она будет соответственно еще больше при большем напряжении сети. Так как обмотки находятся в

непосредственной близости друг от друга, то при этом возможен пробой их изоляции. В правильной схеме зажимы, помеченные звездочками, соединены непосредственно и имеют один и тот же потенциал.

11. Измерение мощности трехфазного электродвигателя при испытании было выполнено по схеме для равномерной нагрузки фаз и доступной нулевой точке. Показание однофазного ваттметра (типа ВЮ) было при этом 500 Вт, показание амперметра 4,6 А, а показание вольтметра, включенного на линейное напряжение, 220 В.

Определить мощность электродвигателя в данном режиме и коэффициент мощности в месте потребления электрической энергии.

**Решение:**

Для рассматриваемой схемы включения ваттметр измеряет активную мощность одной фазы; следовательно,  $P_{\phi} = 500 \text{ Вт}$ . Нагрузка в виде трехфазного электродвигателя равномерная. Поэтому активная мощность электродвигателя на входе

$$P = 3P_{\phi} = 1500 \text{ Вт}.$$

При равномерной нагрузке формуле мощности трехфазной цепи можно придать следующий вид:

$$P = \sqrt{3}U_{\text{л}}I_{\text{л}} \cos \varphi_{\phi},$$

где  $P = 1500 \text{ Вт}$ ,  $U_{\text{л}} = 220 \text{ В}$  и  $I_{\text{л}} = 4,6 \text{ А}$

Отсюда коэффициент мощности

$$\cos \varphi_{\phi} = \frac{P}{\sqrt{3}U_{\text{л}}I_{\text{л}}} = \frac{1500}{1,73 \cdot 220 \cdot 4,6} = 0,859.$$

12. Номинальная функция преобразования термомпреобразователя сопротивления имеет следующий вид:  $R_{\text{т ном}} = (1 + 0,00428 t) 100 \text{ Ом}$ .

Определите относительную погрешность преобразователя по входу, если в результате эксперимента получены следующие действительные значения температуры и сопротивления:  $t_{\text{д}} = 20,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $R_{\text{т д}} = 109,0 \text{ Ом}$ .

13. Номинальная функция преобразования термомпреобразователя сопротивления имеет следующий вид:  $R_{\text{т ном}} = (1 + 0,00428 t) 100 \text{ Ом}$ .

Определите относительную погрешность преобразователя по выходу, если в результате эксперимента получены следующие действительные значения температуры и сопротивления:  $t_{\text{д}} = 50,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $R_{\text{т д}} = 121,0 \text{ Ом}$ .

14. Вольтметры V1 и V2 имеют одинаковые диапазоны показаний — (0...30) В. Классы точности V1 и V2 — соответственно 0,25 и 0,4/0,2. Полагая, что существенны только основные погрешности вольтметров, укажите, если это возможно, интервал значений напряжения, в котором оно будет определено с большей точностью в случае применения V1.

15. Вольтметром с диапазоном показаний (0...30) В и пределом допускаемой приведенной погрешности 0,5 % выполнено измерение напряжения. Полученное значение равняется 9,5 В. После определения более точным вольтметром действительного значения напряжения выяснилось, что относительная погрешность первого вольтметра составила 1,5 %. Не противоречит ли это заявленной для первого вольтметра точности?

16. Имеется вольтметр V1 класса точности 0,2/0,1 с диапазоном показаний (0...100) В и вольтметр V2 класса точности 0,2 с диапазоном показаний (0...100) В. С помощью V1 измерили выходное напряжение некоторого источника, при этом измеренное значение  $U_1 = 50,0 \text{ В}$ . Затем вместо V1 к тому же источнику подключили V2 и получили второе измеренное значение  $U_2$ . Полагая, что существенны только основные погрешности вольтметров, определите интервал, в котором оказалось значение  $U_2$ .

17. Предел допускаемой относительной погрешности цифрового частотомера определяется выражением  $\Delta_{\text{п}} = 2 \cdot 10^{-5} + 1 / (f T_{\text{сч}})$ , где  $f$  — измеренное значение частоты,  $T_{\text{сч}}$  — значение времени счета, которое выбирается из ряда: (0,001; 0,01; 0,1; 1; 10) с.

Требуется измерить частоту, приблизительно равную 10 кГц, с абсолютной погрешностью, не превышающей по модулю 2,5 Гц. Определите минимально необходимое для этого время счета.

18. Предел допускаемой относительной погрешности цифрового частотомера, работающего в режиме измерения периода, определяется как

$\Delta_{\text{п}} = 2 \cdot 10^{-5} + 10^{-7}/(n T)$ , где  $T$  — измеренное значение периода в секундах,

$n$  — значение коэффициента умножения периода, которое выбирается из ряда: (1; 10; 100; 1000; 10000).

Требуется измерить период, приблизительно равный 1 мс, с абсолютной погрешностью, не превышающей по модулю 0,10 мкс. Определите минимально необходимое для этого значение  $n$ .

19. Систематическая погрешность вольтметра является линейной

функцией измеряемого напряжения:  $\Delta = a + b U_{\text{д}}$ , где  $a$ ,  $b$  — неизвестные постоянные коэффициенты,  $U_{\text{д}}$  — действительное значение измеряемого напряжения. Для вычисления поправки  $\Delta$  (прибавляемой к измеренному значению в целях компенсации систематической погрешности) выполняются измерения двух напряжений, действительные значения которых  $U_{1\text{д}}$  и  $U_{2\text{д}}$  известны. Соответствующие измеренные значения —  $U_1$  и  $U_2$ .

Выразите  $\Delta$  для произвольного измеренного значения  $U$ , если  $U_{1\text{д}} = 0$ ,  $U_{2\text{д}} = 10$  В,  $U_1 = -0,001$  В,  $U_2 = 9,997$  В.

### 5.3 Контрольно-оценочные материалы для итоговой аттестации:

#### Задания для зачета студентов заочной формы обучения:

1. Какая погрешность определяет действительную ошибку прибора?

а. Приведённая; б. Абсолютная; в. Относительная; г. Действительная.

2. Что влияет на приведённую погрешность прибора?

а. Абсолютная погрешность; б. Относительная погрешность; в. Предельное значение измеряемой величины; г. Абсолютная погрешность и предельное значение шкалы прибора.

3. Единица измерения напряженности:

а. Вольт на метр; б. Вебер; в. Тесла; г. Ампер на метр.

4. Единица измерения магнитного потока: а. Тесла; б. Кулон; в. Вебер; г. Люмен.

5. Каким прибором измеряется мощность? а. Ваттметр; б. Вольтметр; в. Амперметр; г. Счетчик киловаттчасов.

6. Каким прибором измеряется электрическая энергия? а. Ваттметром; б. Счетчиком киловаттчасов; в. Счетчиком амперчасов; г. Вольтметром.

7. Относительная погрешность... а) погрешность измерения, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины б) погрешность измерения, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к измеренному значению измеряемой величины в) погрешность измерения, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к действительному или измеренному значению измеряемой величины г) погрешность измерения, выраженная разностью измеренного и истинного значения измеряемой величины

8. Физическая величина... а) выражается количественно в виде определенного числа установленных единиц измерения б) свойство, общее в качественном отношении для множества объектов, физических систем, их состояний и происходящих в них процессов, но индивидуальное в количественном отношении для каждого из них в) величины, присущие общественным наукам г) относится к области математики и является обобщением (моделью) конкретных реальных понятий, вычисляется тем или иным способом

9. Единица измерения магнитной индукции: а. Тесла; б. Вебер; в. Ампер на метр; г. Генри.

10. Каким прибором измеряется коэффициент мощности? а. Ваттметром; б. Фарадометром; в. Счетчиком реактивной энергии; г. Фазометром.

11. Основные физические величины, используемые в системе СИ а) метр, секунда, килограмм, ампер, кельвин, моль б) секунда, метр, килограмм, вольт, ампер, моль, кандела в) ампер, секунда,

- метр, килограмм, кельвин, моль, радиан г) метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, канделла
12. Измерение... а) нахождение значения физической величины с помощью технических средств и вычислений б) сравнение физической величины с эталонным значением в системе СИ в) нахождение значения физической величины опытным путем с помощью технических средств и вычислений г) показание на шкале аналогового измерительного прибора
13. Средство измерения... а) техническое средство, предназначенное для измерений б) техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормируемые метрологические характеристики в) техническое средство, соответствующее установленным нормам г) электроизмерительный прибор
14. Абсолютная ошибка измерений... а) разность действительного и измеренного значения физической величины б) сумма действительного и измеренного значения физической величины в) отношение действительного значения физической величины к измеренному г) отношение измеренного значения физической величины к действительному
15. Класс точности измерительного прибора... а) основная метрологическая характеристика прибора, определяющая допустимые значения основных и дополнительных погрешностей, влияющих на точность измерения б) характеристика прибора, обозначающая ошибку измерения в) основная метрологическая характеристика прибора, определяющая допустимые значения основных погрешностей, влияющих на точность измерения г) характеристика прибора, обозначающая относительную погрешность измерений
16. Устройства для расширения пределов измерения в цепях постоянного тока... а) для измерения тока шунты, трансформаторы тока; для измерения напряжения добавочные сопротивления, трансформаторы напряжения б) шунты, добавочные сопротивления, трансформаторы тока в) шунты, добавочные сопротивления г) трансформаторы тока, трансформаторы напряжения
17. Для измерения косвенным методом падения напряжения на элементе электрической цепи потребуются приборы: а) амперметр б) вольтметр в) ваттметр и амперметр г) вольтметр и омметр д) счетчик
18. Для измерения прямым методом тока в цепи используют: а) ваттметр б) вольтметр и амперметр в) вольтметр г) амперметр д) частотомер
19. Единицей измерения активной мощности является: а) Вольт б) Ватт в) Ампер г) Генри д) Симменс
20. Единицей измерения реактивной мощности цепи переменного тока является: а) В б) Вт в) Ом г) А д) ВАр
21. Абсолютная погрешность измерений определяется по формуле: а) б) в) г)  $A_{\text{абс}} = A_{\text{изм}} - A_{\text{ист}}$  д)  $A_{\text{абс}} = A_{\text{изм}} - A_{\text{ист}}$
22. Относительная погрешность измерений определяется по формуле: а) б) в) г) д)  $A_{\text{отн}} = \frac{A_{\text{абс}}}{A_{\text{изм}}}$   $A_{\text{отн}} = \frac{A_{\text{абс}}}{A_{\text{ист}}}$   $A_{\text{отн}} = \frac{A_{\text{абс}}}{A_{\text{изм}}}$   $A_{\text{отн}} = \frac{A_{\text{абс}}}{A_{\text{ист}}}$
23. В каком положении должна располагаться шкала прибора в данном случае: а) горизонтально б) вертикально в) под наклоном г) в любом положении д) под углом 500
24. Для чего в измерительном механизме прибора необходима стрелка? а) для установки стрелки в нулевое положение б) для повышения точности измерений в) для прекращения колебаний подвижной части г) для указания измеряемой величины д) для создания противодействующего момента
25. Простейшими измерительными преобразователями тока и напряжения являются: а) промежуточный преобразователь б) шунты и добавочные сопротивления в) выходной преобразователь г) трансформатор
26. К какому виду погрешностей относится величина, равная разности между измеренным  $X$  и истинным  $X_{\text{ист}}$  значениями измеряемой величины? а) относительная погрешность б) погрешность отсчитывания в) методическая погрешность г) абсолютная погрешность
27. Для чего в приборах служит корректор? а) для установки шкалы прибора в положение равновесия б) для возвращения стрелки на нуль шкалы в) для воздействия на шкалу г) для создания противодействующего момента при перемещении стрелки
28. Класс точности прибора 1,0. Чему равна приведенная погрешность прибора? а) 1 б) 1,5 в) 1 % г) 5 %
29. Для измерения напряжения используется А. ваттметр; Б. вольтметр; В. счетчик; Г. частотомер
30. Значение ... погрешности, выраженное в процентах, определяет класс точности прибора а)

относительной б) случайной в) приведенной г) абсолютной 31. Укажите формулу абсолютной погрешности: А)  $\Delta = A_{\text{изм}} - A$ ; Б)  $\Delta = A_{\text{изм}} / A$ ; В)  $\Delta = A_{\text{изм}} + A$  32. Перевести в амперы 200 мА: А. 0,2 А; Б. 0,02 А; В. 0,002 А; Г. 2 А. 33. Перевести в вольты 2 мкВ: А. 0,00002 В; Б. 0,02 В; В. 0,000002 В; Г. 2 В 34. Приведенной погрешностью называется: А. отношение абсолютной погрешности прибора к истинному значению измеряемой величины, выраженное в процентах; Б. отношение абсолютной погрешности к предельному значению прибора, выраженное в процентах; В. разность между показанием прибора и истинным значением измеряемой величины. 35. На шкале нанесен знак А. Амперметр; Б. Прибор магнитоэлектрической системы; В. Прибор электромагнитной системы; Г. Прибор переменного тока. . Какой это прибор? 36. На шкале электроизмерительного прибора нанесен знак. Что это за условное обозначение? А. Прибор располагать горизонтально; Б. Постоянный и переменный ток; В. Прибор электромагнитной системы. 37. Какое сопротивление должен иметь вольтметр? А. Большое; Б. Малое; В. Зависит от системы прибора. 38. По какой погрешности определяют класс точности прибора? А. По максимальному значению абсолютной погрешности; Б. По максимальному значению относительной погрешности; В. По максимальному значению приведенной погрешности. 39. Перевести в Ом 2 МОм: А. 0,000002 Ом; Б. 2000 Ом; В. 0,0002 Ом; Г. 2 000 000 Ом. 40. Как включаются в электрическую цепь амперметр и вольтметр? А. Амперметр последовательно с нагрузкой; вольтметр параллельно нагрузке. Б. Амперметр и вольтметр последовательно с нагрузкой. В. Амперметр и вольтметр параллельно нагрузке. 41. Для измерения больших постоянных токов применяют... А. Шунты Б. Трансформаторы тока В. Добавочные сопротивления 42. Как включаются токовая обмотка и обмотка напряжения ваттметра? А. Обе обмотки последовательно Б. Обмотка напряжения последовательно, токовая – параллельно. В. Обмотка напряжения параллельно, токовая – последовательно.

### Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Физическая величина и ее измерение. Истинное и действительное значение физической величины. Причины появления погрешности при измерении физической величины
2. Виды измерения: прямые, косвенные, совокупные, совместные
3. Международная система единиц (СИ) и ее основные единицы
4. Образцовые и рабочие средства измерений. Аналоговые и цифровые приборы (общая характеристика)
5. Методы измерения: метод непосредственной оценки и метод сравнения
6. Характеристики средств измерения: функция преобразования, чувствительность, порогочувствительность, диапазон измерений, диапазон показаний
7. Счетчики электрической энергии в цепях переменного тока
8. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности
9. Аддитивная и мультипликативная погрешности и причины, их вызывающие
10. Классы точности средств измерения. Способы увеличения точности измерения. Поверка средств измерений
11. Основные метрологические характеристики средств измерения
12. Основные погрешности измерения и средств измерения
13. Схема включения амперметра. Методическая погрешность. Расширение пределов измерения амперметром
14. Генераторные преобразователи – термоэлектрические, индукционные
15. Приборы для измерения напряжения постоянного тока и их основные характеристики. Схема включения вольтметра, его методическая погрешность
16. Какие физические величины входят в Международную систему величин (СИ)
17. В чем заключается процесс измерения физической величины?
18. Приборы для измерения переменного (синусоидального) тока и их основные характеристики. Схема включения и методическая погрешность
19. Приборы измерения сопротивления прямым способом и их основные характеристики

- 20 Дайте определения прямого и косвенного измерений
- 21 Приборы для измерения мощности прямым способом и их технические характеристики.  
Схема включения однофазного ваттметра
- 22 Что понимают под «диапазоном измерений» и «диапазоном показаний» измерительного прибора
- 23 Измерение параметров конденсаторов. Прямым и косвенным способом
- 24 Что такое «чувствительность» средств измерений?
- 25 В чем заключается поверка средств измерений
- 26 Виды измерений: прямые, косвенные, совокупные, совместные
- 27 Что понимают под рабочими и образцовыми средствами измерений?
- 28 Электрические мосты постоянного тока – схема, условие равновесия, принцип действия, применение
- 29 Индуктивные преобразователи – назначение, схема, принцип действия преобразователя, работающего на принципе изменения индуктивности L
- 30 В чем заключается процесс измерения физической величины?
- 31 Магнитоэлектрические приборы – конструкция, принцип действия.
- 32 Электромагнитные приборы – конструкция, принцип действия
- 33 Электродинамические приборы – конструкция, принцип действия
- 34 Электростатические приборы – конструкция, принцип действия
- 35 Мосты постоянного тока – схема, условие равновесия
- 36 Индукционные приборы – схема и принцип действия
- 37 Прямые и косвенные методы измерения активного сопротивления
- 38 Трансформаторные мосты – схема, условие равновесия
- 39 Электрические мосты переменного тока – схема, условие равновесия
- 40 Прямые и косвенные методы измерения емкости «С»
- 41 Реостатные преобразователи – назначение, схема
- 42 Тензорезисторные преобразователи – схема, назначение
- 43 Емкостные преобразователи – назначение, схема
- 44 Методы измерения напряжения. Схема включения вольтметра
- 45 Индуктивные преобразователи – назначение, схема
- 46 Приборы для измерения напряжения переменного тока и их основные характеристики.  
Схема включения вольтметра и его методическая погрешность
- 47 Приборы для измерения постоянного тока. Их основные характеристики, схема включения и методическая погрешность
- 48 Электронные вольтметры постоянного тока – структурная схема
- 49 Электронные вольтметры переменного тока – структурная схема
- 50 Измерение сопротивления методом амперметра и вольтметра. Методическая погрешность измерения
- 51 Электронно-лучевые осциллографы – структурная схема и назначение основных элементов
- 52 Измерение мощности методом амперметра и вольтметра. Особенности измерения – методическая погрешность
- 53 Компенсаторы постоянного тока – схема, назначение
- 54 Структурная схема и назначение основных звеньев структурной схемы и общих узлов электромеханических измерительных приборов
- 55 Способы измерения активной мощности в трехфазных электрических цепях
- 56 Цифровой вольтметр, реализующий времяимпульсный метод преобразования – структурная схема
- 57 Цифровые приборы, назначение и обобщенная структурная схема. Понятие о дискретизации, квантовании и кодировании
- 58 Цифровой вольтметр, реализующий кодоимпульсный метод преобразования – структурная схема

- 59 Цифровой частотомер – структурная схема
- 60 Аддитивная и мультипликативная погрешности измерения
- 61 Зависимость угла поворота подвижной части от тока, преимущества и недостатки, применение магнитоэлектрических приборов
- 62 Зависимость угла поворота подвижной части от тока, преимущества и недостатки, применение электромагнитных приборов
- 63 Функция преобразования, достоинства и недостатки, применение электродинамических приборов
- 64 Зависимость угла поворота подвижной части от напряжения, достоинства и недостатки, применение электростатических приборов
- 65 Принцип работы, применение мостов постоянного тока
- 66 Назначение и область применения индукционных приборов
- 67 Методическая погрешность при измерении сопротивлений
- 68 Принцип работы, применение трансформаторных мостов
- 69 Принцип работы, применение электрических мостов переменного тока
- 70 Схема и принцип действия емкостного преобразователя линейных перемещений
- 71 Функция преобразования, принцип действия, достоинства и недостатки реостатных преобразователей
- 72 Функция преобразования, принцип действия, применение тензорезисторных преобразователей
- 73 Функция преобразования, принцип действия, достоинства и применение емкостных преобразователей
- 74 Расширение пределов измерения вольтметров электромеханической измерительной системы
- 75 Принцип работы, функция преобразования индуктивного преобразователя линейных перемещений
- 76 Трансформаторные преобразователи – назначение, схема, принцип работы
- 77 Емкостные преобразователи и их применение для измерения уровня жидкости
- 78 Принцип действия электронного вольтметра постоянного тока
- 79 Принцип действия электронного вольтметра переменного тока
- 80 Электронные амперметры – функциональная схема и принцип действия
- 81 Принцип работы осциллографа
- 82 Электронно-лучевые осциллографы. Принцип синхронизации входного сигнала
- 83 Вывод условия равновесия и применение компенсаторов постоянного тока
- 84 Прямые и косвенные методы измерения индуктивности L
- 85 Основные метрологические характеристики средств измерений
- 86 Поясните принцип действия цифрового вольтметра
- 87 Тензорезисторные преобразователи: назначения, принцип действия, функция преобразования
- 88 Поясните принцип действия цифрового вольтметра
- 89 Принцип действия цифрового частотомера
- 90 Цифровой фазометр – схема и принцип действия

## 6. Список использованной литературы

### Основная литература:

1. Вострокнутов, Н. Н. Электрические измерения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. Н. Вострокнутов. — Москва: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2017. — 321 с. — ISBN 978-5-93088-188-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78189.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей по паролю.

2. Ким, К. К. Средства электрических измерений и их поверка [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков; под редакцией К. К. Кима. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-3031-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107287>. — Режим доступа: для авториз. пользователей по паролю.

3. Кулинич, Ю.М. Электрические измерения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.М. Кулинич, А.Н. Тепляков. — Москва: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. — 114 с. — Режим доступа: <https://umczdt.ru/books/44/225475/> по паролю.

4. Ким, К. К. Электрические измерения неэлектрических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. А. Ткачук. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 137 с. — ISBN 978-5-4486-0731-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85852.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей по паролю.

### Дополнительная литература:

1. Хрусталева, З.А. Электротехнические измерения. Задачи и упражнения [Электронный ресурс]: учебное пособие / З.А. Хрусталева. — Москва: КноРус, 2017. — 250 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-05822-0. — URL: <https://book.ru/book/922724>. — Текст: электронный. — Режим доступа: <https://www.book.ru/book/922724> по паролю.

2. Ким, К. К. Поверка средств измерений электрических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 142 с. — ISBN 978-5-4486-0733-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85849.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей по паролю.

3. Угольников, А. В. Электрические измерения [Электронный ресурс]: практикум для СПО / А. В. Угольников. — Саратов: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 140 с. — ISBN 978-5-4488-0266-9, 978-5-4497-0025-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/82687.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей по паролю.

### Официальные, справочно-библиографические и периодические издания:

1. О железнодорожном транспорте в Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 10.01.2003 №17-ФЗ в редакции Федерального закона от 03.08.2018 № 342-ФЗ. — Екатеринбург: ТД УралЮрИздат, 2019. — 36 с. — 5 экз.

2. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 10.01.2003 №18-ФЗ в редакции Федерального закона от 03.08.2018 № 312-ФЗ. — Екатеринбург: ТД УралЮрИздат, 2019. — 80 с. — 5 экз.

3. Гудок [Текст]: ежедневная транспортная газета (2016, 2017, 2018, 2019, 2020 гг.) — 1200 экз.

4. Железнодорожный транспорт [Текст]: ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал (2016, 2017, 2018, 2019, 2020 гг.) — 60 экз.

5. Транспорт России [Текст]: всероссийская транспортная еженедельная информационно-аналитическая газета (2016, 2017, 2018, 2019, 2020 гг.) — 240 экз.

6. Автоматика, связь, информатика [Текст]: ежемесячный научно-теоретический и производственно-технический журнал (2016, 2017, 2018, 2019, 2020 гг.) — 60 экз.

### Интернет-ресурсы:

1. ЭБС IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «Лань» - <https://e.lanbook.com>
3. ЭБС УМЦ ЖДТ - <http://umcздt.ru/>
4. ЭБС Book.ru - <https://www.book.ru/>