

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ИАТЭ НИЯУ МИФИ
ТЕХНИКУМ

Одобрено
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол №6-8/21 от 30.08.2021 г

КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

текущего и промежуточного контроля успеваемости

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ОП 12. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направление подготовки
(специальность)

13.02.11 «Техническая эксплуатация и
обслуживание электрического и
электромеханического оборудования (по
отраслям)»

Квалификация (степень) выпускника

техник

Форма обучения

очная

г. Обнинск, 2021 г.

Комплект контрольно-измерительных материалов по учебной дисциплине «Измерительная техника» разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС СПО) по специальности среднего профессионального образования 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»

Разработчики:

ИАТЭ НИЯУ МИФИ, преподаватель, Г.И. Козленко

(место работы) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)

Одобрено на заседании предметной цикловой комиссии математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин

«_____» _____ 2021 года, № протокола _____

Председатель предметной цикловой комиссии _____ (Н.И. Литвинова)

СОДЕРЖАНИЕ

I Паспорт комплекта контрольно-измерительных материалов	4
1 Область применения	4
2 Объекты оценивания – результаты освоения УД	4
3 Формы контроля и оценки результатов освоения УД	5
4 Система оценивания комплекта КИМ текущего контроля и промежуточной аттестации	7
II Текущий контроль и оценка результатов обучения УД	8
Методические указания и контрольные вопросы к практическому занятию №1	8
Методические указания и контрольные вопросы к практическому занятию №2	9
Методические указания и контрольные вопросы к практическому занятию №3	10
Методические указания и контрольные вопросы к практическому занятию №4	11
Методические указания и контрольные вопросы к практическому занятию №5	12
Методические указания и контрольные вопросы к практическому занятию №6	13
Методические указания и контрольные вопросы к практическому занятию №7	15
III Промежуточная аттестация по УД	26
Спецификация зачёта	26
Вопросы	28

I ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1 Область применения

Комплект контрольно - измерительных материалов (КИМ) предназначен для проверки результатов освоения учебной дисциплины (УД) «Измерительная техника», основной профессиональной образовательной программы (далее ОПОП) по специальности СПО 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»

2 Объекты оценивания – результаты освоения УД

КИМ позволяет оценить следующие результаты освоения учебной дисциплины «Измерительная техника» в соответствии с ФГОС 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям) и рабочей программой дисциплины

умения:

- составлять измерительные схемы;
- выбирать средства измерений;
- измерять с заданной точностью различные электротехнические величины;
- определять значение измеряемой величины и показатели точности измерений;
- использовать средства вычислительной техники для обработки и анализа результатов измерений.

знания:

- основные методы и средства измерения электрических величин;
- основные виды измерительных приборов и принципы их работы;
- влияние измерительных приборов на точность измерения;
- принципы автоматизации измерений;
- условные обозначения и маркировку измерений;
- назначение и область применения измерительных устройств.

Вышеперечисленные умения и знания направлены на формирование у студентов следующих профессиональных и общих компетенций

Код компетенций	Компетенция
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК-3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК-5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ОК 10	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;
ОК 11	Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.
ПК 1.1	Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования.
ПК 1.2	Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования.
ПК 1.3	Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования.
ПК 1.4	Составлять отчетную документацию по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования.
ПК 2.1	Организовывать и выполнять работы по эксплуатации, обслуживанию и ремонту бытовой техники.
ПК 2.2	Осуществлять диагностику и контроль технического состояния бытовой техники.
ПК 2.3	Прогнозировать отказы, определять ресурсы, обнаруживать дефекты электробытовой техники.

3. Формы контроля и оценки результатов освоения УД

Контроль и оценка результатов освоения – это выявление, измерение и оценивание знаний, умений и формирующихся общих и профессиональных компетенций в рамках освоения УД. В соответствии с учебным планом специальности, 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)» рабочей программой дисциплины «Измерительная техника» предусматривается текущий и промежуточный контроль результатов освоения.

3.1 Формы текущего контроля

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении курса обучения. Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

– выполнение и защита практических работ;

Во время проведения учебных занятий дополнительно используются следующие формы текущего контроля – устный опрос, решение задач.

Выполнение и защита практических работ. Практические работы проводятся с целью усвоения и закрепления практических умений и знаний, овладения профессиональными компетенциями. В ходе практической работы студенты приобретают умения, предусмотренные рабочей программой УД, учатся выполнять чертежи; использовать формулы; применять различные методики расчета; анализировать полученные результаты и делать выводы, опираясь на теоретические знания;

Список практических работ:

- Практическая работа №1 «Электромеханические приборы для измерения

электрических величин»

- Практическая работа №2 «Изучение и определение технических характеристик приборов»
- Практическая работа №3 «Электрические измерения в цепях постоянного и переменного токов»
- Практическая работа №4 «Способы включения электроизмерительных приборов в электрическую цепь и определение цены деления их шкал»
- Практическая работа №5 «Принцип действия электронного осциллографа»
- Практическая работа №6 «Измерение частоты и временных интервалов»
- Практическая работа №7 «Измерение угла сдвига фаз»

Содержание, этапы проведения и критерии оценивания практических работ могут быть представлены в методических указаниях по проведению практических работ.

Сводная таблица по применяемым формам и методам текущего контроля и оценки результатов обучения

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Освоенные умения:	
- составлять измерительные схемы;	Практические работы, лабораторные работы, проверочные работы
- выбирать средства измерений;	Практические работы, лабораторные работы, проверочные работы
- измерять с заданной точностью различные электротехнические величины;	Практические работы, лабораторные работы, проверочные работы
- определять значение измеряемой величины и показатели точности измерений;	Практические работы, лабораторные работы, проверочные работы
- использовать средства вычислительной техники для обработки и анализа результатов измерений	Практические работы, лабораторные работы, проверочные работы
Усвоенные знания:	
- основные методы и средства измерения электрических величин;	Практические работы, лабораторные работы, проверочные работы, диф. зачёт
- основные виды измерительных приборов и принципы их работы;	Практические работы, лабораторные работы, проверочные работы, диф. зачёт
- влияние измерительных приборов на точность измерения;	Практические работы, лабораторные работы, проверочные работы, диф. зачёт
- условные обозначения и маркировку измерений	Практические работы, лабораторные работы, проверочные работы, диф. зачёт
- назначение и область применения измерительных устройств	Практические работы, лабораторные работы, проверочные работы, диф. зачёт

3.2 Форма промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по УД «Измерительная техника» – дифференцированный зачёт, спецификация которого содержится в данном КИМ.

Студенты допускаются к сдаче дифференцированного зачёта при выполнении всех видов самостоятельной работы, практических работ, предусмотренных рабочей программой и календарно-тематическим планом УД.

4 Система оценивания комплекта КИМ текущего контроля и промежуточной аттестации

Система оценивания имеет единые критерии и описана в соответствующих

методических рекомендациях, в спецификации к коллоквиумам и итоговой аттестации.

При оценивании практической и самостоятельной работы студента учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Каждый вид работы оценивается по пятибалльной шкале.

-«отлично» – за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент свободно и уверенно ориентируется; за умение практически применять теоретические знания, высказывать и обосновывать свои суждения. Оценка «отлично» предполагает грамотное и логичное изложение ответа.

- «хорошо» – если студент полно освоил учебный материал, владеет основной терминологией и понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

- «удовлетворительно» – если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности, в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения, владеет только базовой терминологией.

- «неудовлетворительно» – если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания, не владеет терминологией.

II ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ УД

Методические указания к практическому занятию №1
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Кафедра Техникум
(наименование кафедры)

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

по дисциплине Измерительная техника
«**Электромеханические приборы для измерения
электрических величин**»

Цель работы: 1. Практически изучить конструкции измерительных механизмов наиболее распространенных электроизмерительных приборов (амперметров, вольтметров, ваттметров) различных систем.

2. Научиться читать технические характеристики по условным обозначениям на шкалах приборов и выяснить для каких измерений можно применять эти приборы.

3. Практически изучить схемы включения приборов в электрическую цепь и освоить электрические измерения силы тока, величины напряжения и потребляемой мощности.

Общие положения

Измерить какую-либо величину - это значит сравнить ее с другой однородной величиной, принятой за единицу измерения. Число, полученное при сравнении, называют численным значением измеряемой величины.

Электроизмерительными приборами называют средства электрических измерений, предназначенные для выработки сигналов измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

1. Структурные элементы измерительного механизма

Каждый измерительный механизм имеет одну или несколько электрических обмоток. По ним при включении прибора в электрическую цепь проходит электрический ток. Кроме обмоток, в измерительном механизме есть постоянный магнит или ферромагнитный сердечник, который намагничивается при прохождении по его обмоткам тока. Ток и магнитное поле, создаваемое сердечником, взаимодействуют друг с другом, согласно закону Ампера, вследствие этого создается вращающий момент, действующий на неподвижную часть прибора, в результате чего стрелка отклоняется.

В приборах, у которых нет сердечника, но есть две обмотки, стрелка отклоняется в результате взаимодействия магнитного поля одной обмотки с током другой. В зависимости от вида такого взаимодействия различают системы измерительных механизмов: магнитоэлектрическую, электромагнитную, электродинамическую, ферродинамическую, индукционную и электростатическую.

Измерительные механизмы различных систем имеют ряд одинаковых механических частей. К таким частям относятся спиральные пружины, оси или полуоси с подпятниками, противовесы, корректор и успокоитель (рис. 1).

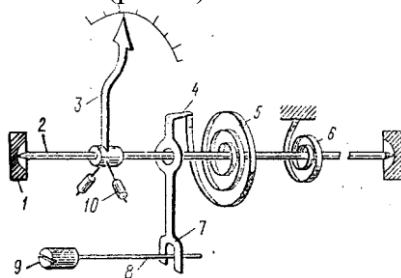


Рис. 1. Устройство подвижной части измерительных механизмов:

- 1- подпятник; 2- ось (у некоторых приборов полуось); 3- указательная стрелка;
4- поводок; 5, 6- спиральные пружины; 7- вилка корректора;
8- палец эксцентрика; 9- винт корректора; 10- противовесы

2. Системы электроизмерительных механизмов

2.1. Магнитоэлектрическая система

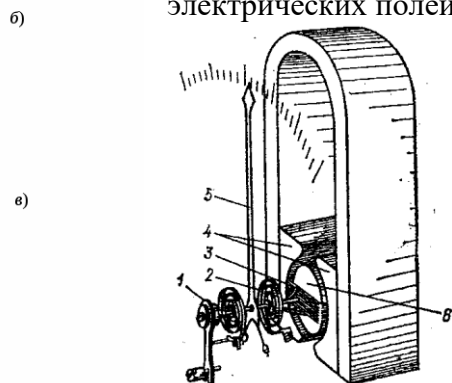
Принцип действия механизма магнитоэлектрической системы - взаимодействие электрического тока, проходящего по обмотке рамки, с магнитным полем постоянного магнита (рис. 2).

Когда по обмотке рамки проходит электрический ток, она поворачивается на угол, значение которого пропорционально измеряемой силе тока (напряжению). Напряжение поворота рамки, а значит, и стрелки, зависит от направления тока в обмотке рамки.

Магнитоэлектрические приборы выполняют как с неподвижным магнитом и подвижной рамкой (рис. 2, а, б), так и с неподвижной катушкой и подвижным магнитом на одной оси с указателем (рис. 2, в).

Магнитоэлектрические приборы применяются в качестве вольтметров, амперметров, омметров, мегаомметров и гальванометров.

Основные достоинства приборов магнитоэлектрической системы: высокая точность, равномерность шкалы, независимость точности показаний от действия внешних электрических полей.



а)

Рис. 2. Измерительный механизм магнитоэлектрической системы и его схема:

а, б- с подвижной рамкой; в- с подвижным магнитом;

1-корректор; 2-спиральные пружины; 3- алюминиевая рамка с обмоткой;

4- магнитопровод; 5- стрелка; 6- стальной цилиндр

Основные недостатки - невозможность измерять одним и тем же прибором постоянный и переменный токи (если в приборе нет выпрямительного устройства), сравнительно высокая стоимость.

Равномерность шкалы и высокая точность показаний обеспечиваются благодаря постоянству величины зазора между магнитопроводом и вращающейся рамкой.

2.2. Электромагнитная система

Принцип действия механизма электромагнитной системы (см. рис. 3, а) - взаимодействие магнитного поля, созданного неподвижной катушкой, по обмотке которой протекает измеряемый ток, с одним или несколькими ферромагнитными сердечниками, эксцентрично укрепленными на оси. Вследствие этого сердечник втягивается внутрь катушки и указательная стрелка отклоняется. При изменении направления тока в обмотке меняется и полярность намагничивающего сердечника. Поэтому при любом направлении тока в обмотке сердечник втягивается внутрь ее, а стрелка, следовательно, отклоняется в одну и ту же сторону.

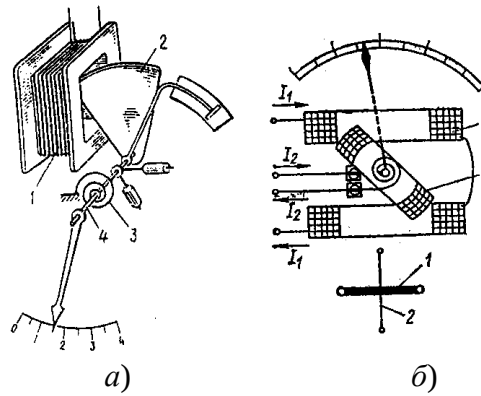


Рис. 3. Измерительные механизмы приборов:

a- электромагнитной системы: 1- катушка; 2- ферромагнитный сердечник; 3- спиральная пружина; 4- ось; *б*- электродинамической системы и его схема:

1- неподвижная катушка; 2- подвижная катушка

Основные достоинства приборов электромагнитной системы: простота устройства, относительно невысокая стоимость, пригодность этих приборов к перегрузкам.

Основные недостатки - невысокая точность, неравномерность шкалы, зависимость точности показаний от влияния внешних магнитных полей, сравнительно большое потребление электроэнергии.

2.3. Электродинамическая система

Принцип действия механизма системы (рис. 3, б) - взаимодействие магнитного поля, созданного неподвижной катушкой, по обмотке которой протекает измеряемый ток (токовая обмотка), с током подвижной обмотки (обмотка напряжения). Электрическое сопротивление токовой обмотки мало, она включается в цепь последовательно. Обмотка напряжения имеет большое электрическое сопротивление и включается в цепь параллельно.

При включении прибора в цепь электрический ток проходит по обмоткам обеих катушек одновременно и возникает магнитное поле. В результате взаимодействия магнитных полей подвижная катушка поворачивается на угол, значение которого пропорционально произведению токов, проходящих в обмотках катушек. Напряжение тока в обмотках может изменяться лишь одновременно. Поэтому независимо от направления тока в цепи подвижная катушка, а значит, и стрелка поворачивается только в одну сторону. Механизм электродинамической системы применяют в амперметрах, вольтметрах и ваттметрах.

Наряду с измерительными механизмами электродинамической системы широко применяются механизмы ферродинамической системы, принцип действия которых одинаков. Конструкция же ферродинамического механизма отличается тем, что его неподвижная обмотка помещена на магнитопроводе, благодаря чему повышается чувствительность прибора.

Достоинства приборов электродинамической системы: высокая точность, возможность измерения одним и тем же прибором постоянного и переменного токов. Недостатки: сравнительно высокая стоимость, зависимость точности показаний от внешних магнитных полей, сравнительно малая устойчивость к перегрузкам.

2.4. Индукционная система

Принцип действия измерительного механизма индукционной системы (рис. 4) - взаимодействие магнитных полей, создаваемое токами, проходящими по двум обмоткам, с током, индуцируемым в алюминиевом диске, находящимся между этими обмотками. Механизмы индукционной системы обычно применяют в интегрирующих приборах, поэтому ось, на которой укреплен диск, через систему передач соединяют со счетным механизмом. Такой механизм применен, например, в устройстве счетчиков электрической энергии.

Главные части счетчика электрической энергии (см. рис. 4) - токовая обмотка 1, обмотка напряжения 2 и алюминиевый диск 3. Внутри счетчика выводы обмоток соединены с зажимами 5 и 6. Для включения счетчика в цепь его токовую обмотку соединяют с нагрузкой

последовательно, а обмотку напряжения - параллельно. При прохождении по обмоткам счетчика переменного тока в сердечниках обмоток возникают переменные магнитные потоки. Эти переменные магнитные потоки, пронизывая алюминиевый диск, индуцируют в нем вихревые токи. В результате взаимодействия магнитных полей сердечников и вихревых токов в диске создается вращающий момент, который действует на диск и вращает его. Частота вращения диска и потребляемая электрическая энергия находятся в прямой пропорциональной зависимости. Значит, шкалу счетного механизма можно проградуировать в единицах электрической энергии.

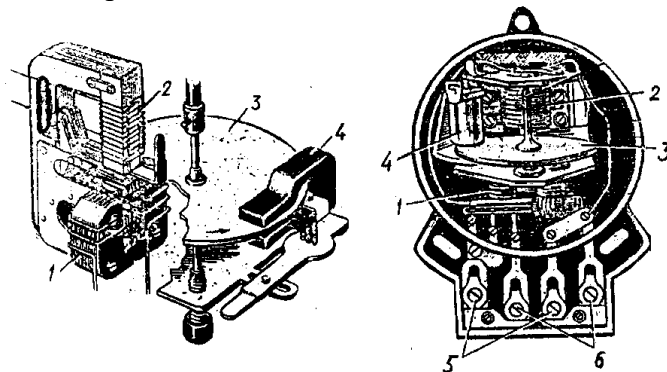


Рис. 4. Электроизмерительный прибор индукционной системы:

1,2- обмотки тока и напряжения;3- диск;4- магнит;5,6- зажимы

В приборах индукционной системы, в частности в счетчиках электрической энергии (рис. 4), успокоитель состоит из постоянного магнита 4и алюминиевого диска3.

2.5. Электростатические механизмы и их применение

В электростатических механизмах перемещение подвижной части происходит под действием энергии электрического поля действующего на заряженный проводник, согласно закону Лоренца, следовательно, в данном механизме, в отличие от механизмов других систем, перемещение подвижной части осуществляется за счет действия непосредственно приложенного напряжения. Поэтому в основном электростатические механизмы применяются в приборах, измеряющих напряжение, вольтметрах.

Перемещение подвижной части во всех конструкциях электростатических вольтметров связано с изменением емкости системы. Распространение получили два вида механизмов: изменение емкости в одних осуществляется за счет изменения площади электродов (рис. 5, а), а в другой - за счет изменения расстояния между электродами (рис. 5,б). Первые применяются в переносных вольтметрах.

Неподвижная часть электростатического механизма состоит из симметрично расположенных и электрически соединенных электродов 1. Секторообразная пластина2вместе с указателем, укрепленная на оси, образуют подвижную часть.

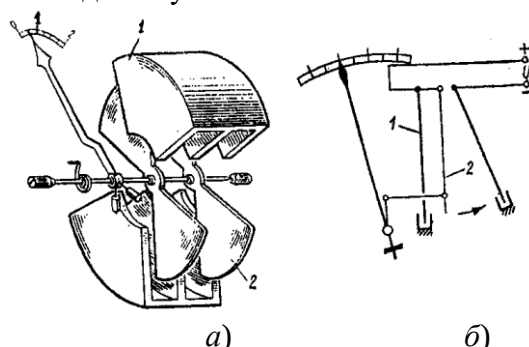


Рис. 5. Устройство электростатического измерительного механизма:

1- неподвижный электрод;2- подвижный электрод

Под действием подведенного к электродам напряжения создается электрическое поле. Силы электрического поля стремятся повернуть подвижную часть так, чтобы энергия этого поля была наибольшей, т.е. чтобы подвижный электрод втягивался в пространство между

неподвижными электродами и поворачивал указатель. Подвижная часть может быть укреплена на опорах, растяжках или подвесе, а в качестве указателя кроме стрелки применяют световой луч. Электроды изготовляют из алюминия.

В электростатических механизмах применяют большей частью магнитоиндукционные успокоители, реже - воздушные.

Электростатические вольтметры используют для измерения постоянного и переменного напряжения частотой от 20 Гц до 40 МГц. Шкала таких приборов в рабочей части почти равномерная, точность и чувствительность их невелики. Электрические вольтметры при измерении на постоянном напряжении совершенно не потребляют электрическую энергию, а на переменном напряжении мощность потребления ее ничтожна.

Для расширения пределов измерения на переменном напряжении применяют один или два добавочных конденсатора, которые включают последовательно с прибором.

3. Технические характеристики

Основной характеристикой электроизмерительного прибора является *класс точности*. Класс точности определяется в зависимости от предела допустимой погрешности прибора, но не является характеристикой степени точности производимых измерений.

Отношение абсолютной погрешности прибора к значению конечной отметки шкалы, называют приведенной погрешностью γ :

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_k} \cdot 100\%$$

где ΔA - абсолютная погрешность; A_k - конечная отметка шкалы.

Наибольшая допустимая приведенная погрешность определяет класс точности прибора. Для электроизмерительных приборов установлено восемь классов точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Приборы класса точности 0,05 - наиболее точны.

В паспорте прибора и на его шкале также указывают другие сведения, которые позволяют правильно выбрать прибор в зависимости от условий эксплуатации и помогают правильно пользоваться им при выполнении измерений. Степень защищенности от внешних магнитных полей обозначают римскими цифрами I, II, III, IV (чем меньше цифра, тем прибор лучше защищен от магнитных полей).

На шкале прибора указывают также род тока и полярность зажимов (см. табл. 1); предельно допускаемое значение измеряемой величины, характеризующее устойчивость прибора по отношению к нагрузке; устойчивость к механическим воздействиям (например, ОП - обыкновенные, ВП - вибропрочные, УП - ударопрочные); защищенность корпуса от воздействия внешней среды (например, Б - брызгозащищенный, Гм - герметический, Пз - пылезащищенный); значение напряжения, при котором испытана изоляция, заводской номер, год выпуска и тип прибора.

Условия работы прибора при соответствующих температурах и влажности обозначают на шкале буквами:

А - нормально работает при температуре окружающего воздуха от +10° до +35° С и относительной влажности до 80 %;

Б - нормально работает при температуре окружающего воздуха от -20° до +50° С и относительной влажности до 80 %;

В - нормально работает при температуре окружающего воздуха от -40° до +60° С и относительной влажности до 98 %.

Таблица 1

Условные обозначения на шкалах электроизмерительных приборов

Условные обозначения	Расшифровка условного обозначения
	Магнитоэлектрический прибор
	Электромагнитный прибор
	Электродинамический прибор
	Индукционный прибор
	Ферродинамический прибор
	Логометр магнитоэлектрический
	Логометр электромагнитный
	Напряжение испытательное 2 кВ
	Прибор применять при вертикальном положении шкалы
1,5	Обозначение класса точности
	Корректор
	Арретир
	Смотри дополнительные указания в паспорте или инструкции по эксплуатации

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с техническими характеристиками электроизмерительных приборов, выставленных на стенде.
2. Составить таблицу технических характеристик изученных приборов по прилагаемой форме (см. табл. 2).
3. Изучить схемы включения амперметра, вольтметра, ваттметра и счетчика электрической энергии в цепь, согласно прилагаемым к ним инструкциям или техническим паспортам.
4. Собрать схему для электрических измерений силы тока, напряжения, потребляемой мощности в электрических цепях лабораторного стенда. Приборы выбрать по указанию преподавателя.
5. Под контролем преподавателя провести измерения.

Таблица 2

Технические характеристики приборов

Характеристики приборов	П р и б о р ы
Название прибора	
Система приборов	

Тип прибора

Вид измеряемой величины

Пределы измерений

Цена деления

Класс точности

Заводской номер

Год выпуска

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Рисунки и схемы, поясняющие принцип действия приборов, изученных в лабораторной работе, их условные обозначения (рис. 1, 2б, 2в, 3, 5б).
3. Технические характеристики приборов.

Контрольные вопросы

1. Как устроен и из каких частей состоит измерительный механизм электромеханических приборов?
2. В чем заключается принцип действия электроизмерительных механизмов магнитоэлектрической системы?
3. Принцип действия приборов электромагнитной системы.
4. Принцип действия приборов электродинамической системы.
5. Принцип действия приборов индукционной системы.
6. Принцип действия приборов электростатической системы.
7. Сравнить достоинства и недостатки измерительных механизмов различных систем.
8. Схемы включения амперметра, вольтметра, ваттметра, счетчика электрической энергии.
9. Какие из рассмотренных в работе систем приборов можно применять для измерений в цепях постоянного тока?
10. Прибор какой системы нельзя применять в цепях постоянного тока?
11. Прибор какой системы имеет наиболее широкий диапазон рабочих частот?
12. Как определяется цена деления шкалы приборов?
13. На какие классы точности делятся электроизмерительные приборы?
14. Что означают условные обозначения на шкале приборов?

Методические указания к практическому занятию №2

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Кафедра Техникум

(наименование кафедры)

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

по дисциплине Измерительная техника

«Изучение и определение технических характеристик приборов.»

цель работы:

1. Изучить все условные обозначения и знаки, нанесённые на шкалы электроизмерительных приборов лабораторного стенда (по заданию преподавателя); научиться определять технические характеристики приборов.
2. По индивидуальному заданию преподавателя занести в следующую таблицу характеристики трёх-четырёх приборов.

содержание и порядок выполнения работы

1. Изучить все условные обозначения и знаки, нанесённые на шкалы электроизмерительных приборов лабораторного стенда (по заданию преподавателя); научиться определять технические характеристики приборов.
2. По индивидуальному заданию преподавателя занести в следующую таблицу характеристики трёх-четырёх приборов.

Таблица 1 - Технические характеристики приборов

Наименование прибора	Тип прибора	Измеряемая величина, ед. измерения	Пределы измерения	Система измерения	Класс точности	Цена деления	Род измерительного тока	Рабочее положение	Условия эксплуатации	Электрическая точность изоляции
Пример: Вольтметр	Э-30	Напряжение, В	0-500В	Магнито-элект.	0,5	5В	Пост.	$\angle 60^\circ$	$40 \div 60$	2кВ

Контрольные вопросы:

1. Что означают условные знаки, нанесённые на шкале прибора?
2. Как определить цену деления прибора? Что она означает?

Методические указания к практическому занятию №3

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Кафедра Техникум

(наименование кафедры)

**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

по дисциплине Измерительная техника

Таблица 2. Измерения сопротивлений в цепи

Замеры	Вольтметр					Мультиметр				
Общее Напряжение U	R ₁	R ₂	R ₃	R ₅	Сумма U₁	R ₁	R ₂	R ₃	R ₅	Сумма U₂

Таблица 3. Погрешностей измерений

	Абсолютная погрешность					Относительная погрешность				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₅	Общая	R ₁	R ₂	R ₃	R ₅	Общая
Данные										

Точность измерений, погрешности измерений и приборов. цена делений

Показания измерительных приборов несколько отличаются от действительных значений измеряемых величин. Это связано как с объективными причинами: несовершенством конструкции измерительного механизма (наличие трения и т.д.), влиянием внешних факторов (изменение температуры и влажности окружающей среды и др.), так и с субъективными причинами, зависящими от того лица, которое производит отсчёты показаний приборов.

Разность между измеренным $A_{И}$ действительным $A_{д}$ значениями контролируемой величины называется абсолютной погрешностью измерения:

$$\Delta A = A_{И} - A_{д}$$

Эта разность может быть положительной и отрицательной.

Абсолютная погрешность не даёт полного представления о точности измерения (например, $\Delta A = 1В$ при $A_{д} = 150В$ и при $A_{И} = 2В$), поэтому введено понятие относительной погрешности, которая представляет собой отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины, выраженное в процентах:

$$\gamma = \pm \frac{\Delta A}{A_{д}} * 100\%$$

Наиболее полно качество прибора характеризует приведенная погрешность прибора.

Приведенная погрешность прибора есть выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к номинальному значению прибора (наибольшему значению величины A_{max} , которую можно измерить при данной шкале прибора):

$$\gamma_{пр} = \pm \frac{\Delta A}{A_{max}} * 100\%$$

Эту величину принято считать классом точности прибора K : $K = \gamma_{пр}$.

Электрические измерительные приборы имеют следующие классы точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Цифра, означающая класс точности, определяет наибольшую положительную или отрицательную приведенную погрешность, которую может иметь данный прибор. Например, прибор класса точности $K = 1,5$ имеет $\gamma_{пр} = \pm 1,5\%$

Зная класс точности прибора и наибольшее значение величины, которую можно измерить при данной шкале прибора A_{max} , можно определить наибольшую возможную абсолютную погрешность прибора:

$$\Delta A_{max} = \pm \frac{K * A_{max}}{100}$$

Рассмотрим несколько примеров.

Пример 1. Определить показания вольтметра. Из оцифровки шкалы следует, что цена деления прибора равна 50 вольтам, а его класс точности - 1,5. Так как предел измерения составляет 600 в, то погрешность вольтметра равна:

$$\Delta U = \frac{\gamma U_{\max}}{100\%} = \frac{1,5 \cdot 600}{100} = 9(\text{э})$$

Пример 3. Определим показания амперметра. Цена его деления 5А, класс точности 1,5. Из расчета получаем, что абсолютная погрешность прибора равна:

$$\Delta I = \frac{\gamma I_{\max}}{100\%} = \frac{1,5 \cdot 150}{100} = 2,25 \text{ А}$$

Способы измерения напряжения

Для измерения напряжения служат вольтметры, милливольтметры, микровольтметры различных систем. Эти приборы включаются параллельно нагрузке, поэтому сопротивление их должно быть как можно больше (примерно на два порядка больше сопротивления любого элемента цепи).

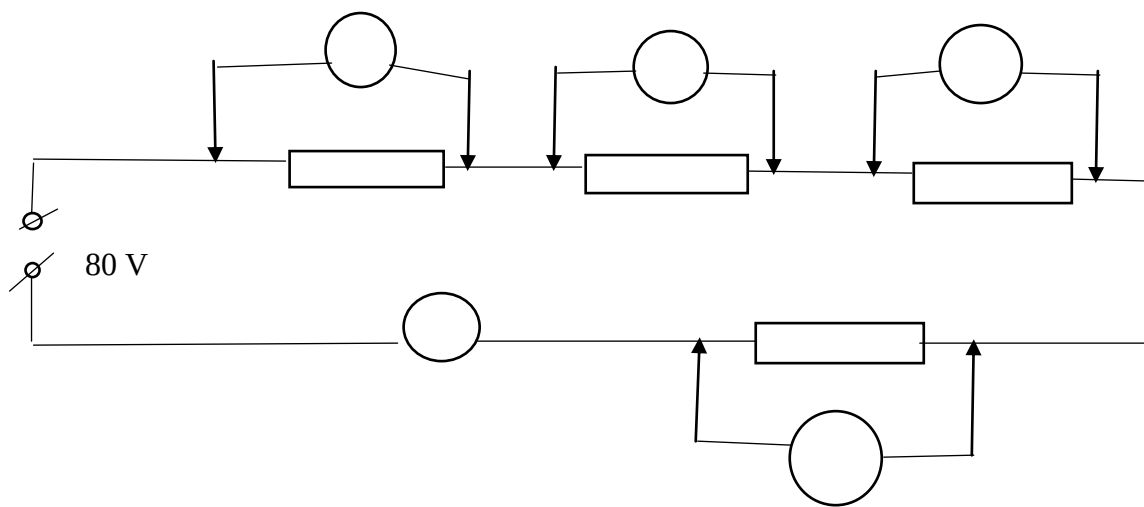


Рисунок 1

Контрольные вопросы

1. Что называется абсолютной, относительной и приведённой погрешностями? Как они определяются?
2. Какая погрешность определяет класс точности прибора?
3. Как можно определить наибольшую возможную абсолютную погрешность прибора, по данным, нанесённым на его шкалу?
4. Что означают условные знаки, нанесённые на шкале прибора?
5. Способы включения в схему амперметра, вольтметра?

Методические указания к практическому занятию №4
 Федеральное государственное автономное образовательное
 учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Кафедра Техникум

(наименование кафедры)

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

по дисциплине Измерительная техника

«Способы включения электроизмерительных приборов в электрическую цепь и определение цены деления их шкал»

Цель работы

Научиться определять технические характеристики электроизмерительных приборов, цену деления шкалы. Зачертить схемы включения амперметров и вольтметров в электрическую цепь с обоснованием различия включения.

Оборудование

1. Электроизмерительные приборы типа: АВО - 5М, АВО - 64, Ц -1745;
2. Вольтметры;
3. Амперметры постоянного и переменного тока.

Теоретические сведения

Амперметр служит для измерения тока в какой-либо ветви электрической цепи. Его включают последовательно с ее элементами. Чтобы включение амперметра не искажало режима работы электрической цепи, его сопротивление должно быть возможно малым.

Вольтметр включают параллельно той ветви электрической цепи, напряжение на которой необходимо измерить. Чтобы включение вольтметра не приводило к изменению токов в цепи, его сопротивление должно быть значительно больше сопротивления ветви, параллельно которой подключен измерительный прибор.

Ваттметры используют для измерения мощности в цепях постоянного и однофазного переменного токов. Неподвижную (амперметровую) обмотку ваттметра включают в цепь последовательно, подвижную (вольтметровую) – параллельно потребителю. В соответствии с этим на лицевую панель ваттметра выведены четыре зажима, два из которых обозначены символом I (токовые зажимы), а два других – символом U (зажимы напряжения).

Рис. 1 Схема включения амперметра. Рис. 2. Схема включения вольтметра.

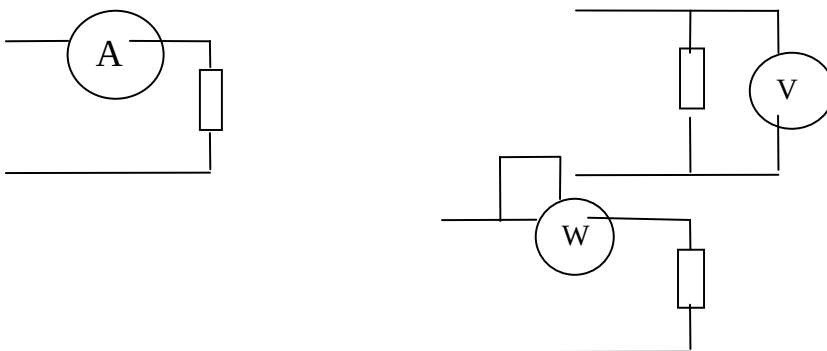


Рис. 3 Схема включения ваттметра.

Порядок выполнения работы

1. Определить техническую характеристику прибора.
2. Изучить условные обозначения на шкалах электроизмерительных приборов и зачертить их в отчет лабораторной работы.
3. Научиться определять цену деления шкалы прибора.

4. Изучить и начертить схемы включения приборов в электрическую цепь (амперметры, вольтметры).

Цена деления прибора ($\mathcal{C}$), определяется по формуле;

$$\mathcal{C} = \frac{I_{\max}}{n_{\text{общ}}} = \frac{U_{\max}}{n_{\text{общ}}} \quad ; \quad I = \mathcal{C} * n_{\text{изм.}} \quad ; \quad U = \mathcal{C} * n_{\text{изм.}}$$

где $I_{\max}$, $U_{\max}$ - максимальное значение шкалы прибора по току или по напряжению.

n - число рисок шкалы прибора

5. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Для измерения каких величин служат амперметр, вольтметр и ваттметр?
2. Как включаются в цепь амперметр, вольтметр и ваттметр? Почему?
3. Что значит определить цену деления приборов?
4. Как определить цену деления приборов?

Методические указания к практическому занятию №5

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Кафедра Техникум

(наименование кафедры)

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

по дисциплине Измерительная техника

«Принцип действия электронного осциллографа»

Цель работы: Ознакомление с принципом работы электронного осциллографа и приобретение навыков измерения некоторых электрических величин с помощью электронного осциллографа.

Содержание работы

Электронно-лучевой осциллограф - это один из наиболее универсальных измерительных приборов для непосредственного наблюдения, исследования и фотографирования графического изображения различных электрических процессов.

Наблюдаются эти процессы на экране электронно-лучевой трубки, являющейся визуальным индикатором осциллографа.

Наглядность изображения исследуемого процесса, особенно необходимая при рассмотрении быстро протекающих переменных, импульсных и других кратковременных процессов, и возможность его фотографирования - основные достоинства электронного осциллографа.

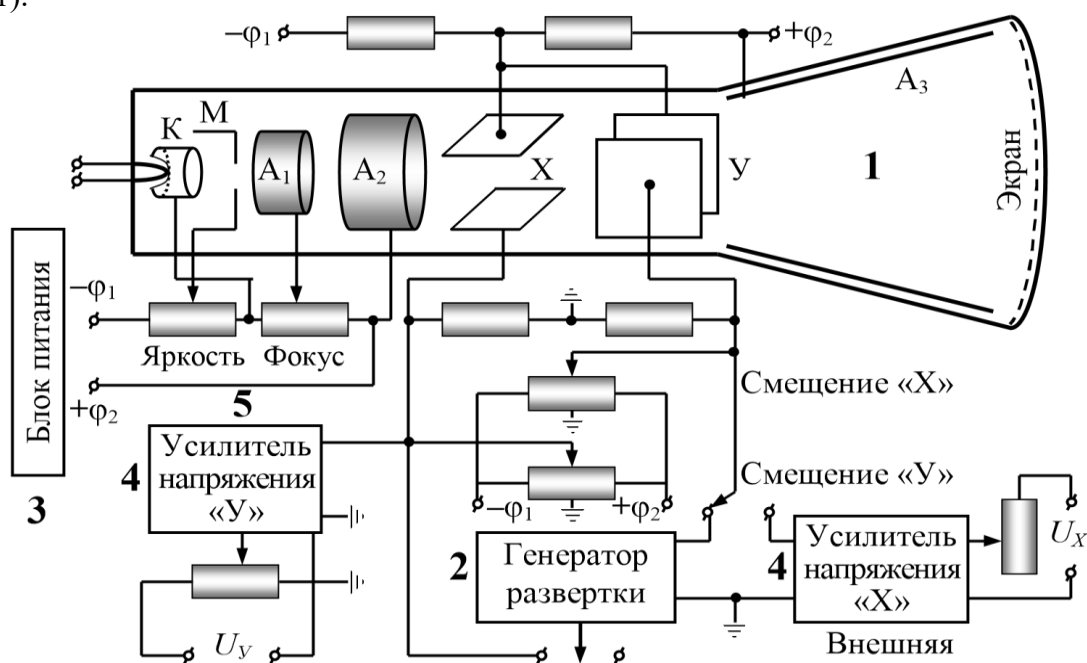
С помощью электронного осциллографа можно наблюдать форму электрических колебаний, измерять постоянные и переменные напряжения и токи, наблюдать и снимать резонансные и амплитудные характеристики различных нелинейных элементов (электронных ламп, полупроводниковых диодов, триодов и др.), измерять коэффициент

модуляции, мощность электрического тока, разность фаз, частоту колебаний и т.д. Кроме того, с помощью электронного осциллографа можно измерять и неэлектрические величины (например, давление, температуру и др.), но они должны быть с помощью датчиков преобразованы в электрические импульсы.

Электронный осциллограф используется в различных областях современной техники, физики, химии, биологии, медицине и других отраслях науки.

В основе работы электронного осциллографа лежит взаимодействие электронного пучка (сфокусированного потока электронов) с электрическим полем исследуемого процесса. Масса отдельного электрона ($m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг) настолько ничтожна, что электронный луч является практически безинерционным. Поэтому электронный луч можно практически мгновенно перемещать в любом направлении, если воздействовать на него электрическим полем.

В настоящее время существует большое количество разнообразных по конструкции осциллографов, но основу каждого современного осциллографа составляют следующие узлы (рис.1):



- 1) электронно-лучевая трубка для визуального наблюдения исследуемого процесса;
- 2) генератор развертки для перемещения электронного луча по экрану трубки с определенной скоростью;
- 3) источники питания для получения необходимых напряжений, подаваемых на электроды электронно-лучевой трубки;
- 4) усилители и делители входного напряжения, используемые соответственно для увеличения или уменьшения исследуемого напряжения;
- 5) устройство для регулировки яркости, фокусировки и смещения луча.

Рассмотрим кратко устройство отдельных узлов осциллографа и их взаимодействие.

Основной частью электронного осциллографа является электроннолучевая трубка (рис.1). Электроннолучевая трубка представляет собой стеклянную колбу, в которой создан высокий вакуум.

Внутри колбы расположены: катод - К, управляющий электрод (модулятор) - М, два анода - A₁ и A₂ и две пары отклоняющих пластин, расположенных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Внутренняя поверхность расширенного торца колбы покрыта тонким слоем люминофора (материал, преобразующий кинетическую энергию

электронов в энергию излучения видимого человеком диапазона), образуя экран - Э.

Катод К представляет собой металлический цилиндр, торец которого покрыт окисью бария или окисью стронция, обладающими малой работой выхода электронов. Внутри катода вставлен подогреватель, имеющий бифилярную намотку для исключения влияния на электронный луч магнитного поля тока подогревателя (накала). Излучение электронов с поверхности нагретого металла называют *термоэлектронной эмиссией*. Катод установлен внутри металлического стакана с небольшим отверстием в его торце, через которое могут проходить электроны. Этот стакан называется управляющим электродом или *модулятором* М. Управляющий электрод имеет отрицательный потенциал относительно катода. Электроны, вылетающие из катода (рис.2), например, из точки «а» в направлении «а'», под действием электрического поля изменяют свое направление и будут отклоняться к оси трубки. Это справедливо и для любых других электронов, пролетающих через отверстие управляющего электрода при данном напряжении. Значит, в точке С траектории электронов пересекаются, и все электроны будут собраны в узкий пучок. Если увеличить отрицательный потенциал управляющего электрода, то часть электронов получит еще большее отклонение и не пройдет через отверстие управляющего электрода. Таким образом, изменяя потенциал управляющего электрода, можно регулировать количество электронов в луче, а следовательно яркость пятна на экране. Потенциал УЭ можно изменять с помощью потенциометра, ручка которого выведена на переднюю панель осциллографа - «Яркость» (рис.4).

За управляющим электродом находятся два анода A_1 и A_2 (рис.1 и 2). Первый анод A_1 называется *фокусирующим*, это цилиндр с двумя или тремя диафрагмами; второй - *ускоряющий*, также цилиндрический, но большего диаметра и без диафрагм. Оба анода имеют положительные потенциалы относительно катода: $A_1 - 0,2...1$ кВ, $A_2 - 2...4$ кВ. Потенциал первого анода (рис.1) можно изменять, потенциал второго анода всегда больше потенциала A_1 и не регулируется. Аноды A_1 и A_2 , разделены узкой щелью и образуют *электрическую линзу* (рис.3).

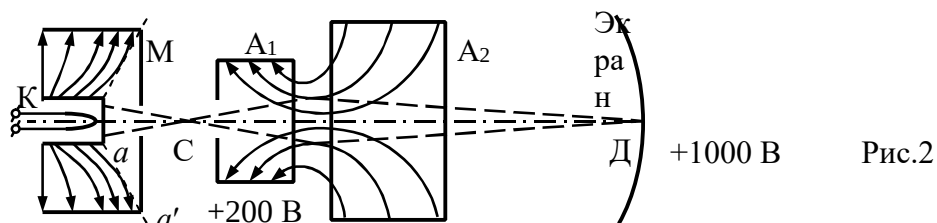
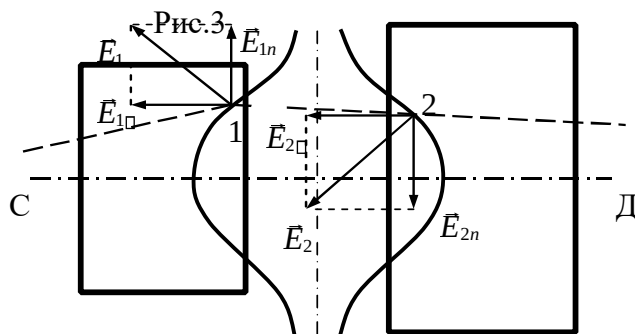


Рис.2



Электрическая линза.

При удалении от точки С электронный луч расходится вследствие отталкивающего действия электронов друг на друга при их небольшой скорости движения. Система двух анодов предназначена для того, чтобы расходящийся пучок электронов *сфокусировать* на поверхностях

экрана Э, сообщив при этом электронам необходимую скорость. В зазоре между анодами образуется неоднородное электрическое поле, силовые линии которого показаны на рис. 2, а *эквипотенциальные поверхности* (воображаемые поверхности равного потенциала) показаны на рис. 3 сплошными линиями.

Вектор напряженности электрического поля E , перпендикулярен к эквипотенциальной поверхности и имеет составляющую E_n , перпендикулярную оси анодов, и составляющую $E_{\parallel}$, параллельную оси линзы (рис. 224.3). Электроны, вышедшие из некоторой точки С и попавшие в линзу, в левой половине зазора между анодами отклоняются силой $F_n = eE_{1n}$, к оси линзы, и поэтому расходящийся луч становится сходящимся. В правой же половине зазора направление нормальной составляющей E_{2n} вектора напряженности электрического поля изменяется на противоположное, и на электроны действует сила, направленная от оси анода, которая оказывает дефокусирующее действие. Однако дефокусирующее действие этой силы будет незначительно, т.к. время ее действия намного меньше времени действия фокусирующей силы. Это обусловлено ускоряющим воздействием силы за счет которой электроны движутся равноускоренно. Изменение потенциала первого анода ϕ_1 приводит к изменению электростатического поля в зазоре между анодами, т.е. изменяет его фокусирующее действие. Потенциал первого анода изменяется с помощью потенциометра, ручка которого выведена на переднюю панель осциллографа – «Фокус». Часть электронно-лучевой трубки, состоящей из катода, модулятора и анодов, обеспечивающая получение узкого электронного луча, называется *электронной пушкой* или *электронным прожектором*.

Под воздействием электрического поля между катодом и анодами электроны получают ускорение, приобретая значительную скорость. Электронной линзой электроны фокусируются в некоторой точке Д (рис.2), лежащей в плоскости экрана трубки. При попадании на флюоресцирующий экран их *кинетическая энергия* частично превращается в *световую*, за счет чего на экране возникает светящаяся точка (пятно). Яркость точки зависит от скорости и количества электронов в пучке и от свойств самого, флюоресцирующего материала. Большая часть энергии превращается в тепло и некоторая часть тратится на выбивание *вторичных* электронов из экрана. Выбитые с поверхности экрана вторичные электроны оседают на стенках и экране трубки, заряжая их отрицательно. Для отвода этих электронов на внутреннюю поверхность трубки наносят проводящий слой водного раствора графита – A_3 . (рис.1). Кроме того, анод A_3 выполняет роль *электростатического экрана* и предохраняет электронный поток от воздействия внешних электрических полей.

Воздействуя на электронный луч электростатическим полем, можно вызвать его отклонение. Электроннолучевая трубка имеет две пары отклоняющих пластин, расположенных под прямым углом друг к другу (рис.1). Пластины «У» позволяют отклонять луч в вертикальном направлении и называются *вертикально отклоняющими пластинами* (У-пластинами). Пластины «Х» позволяют отклонить луч в горизонтальном направлении и называются *горизонтально отклоняющими пластинами* (Х- пластинами).

Рассмотрим, как на экране осциллографа образуется график исследуемой переменной величины, например, синусоидального напряжения частотой 50 Гц за один период.

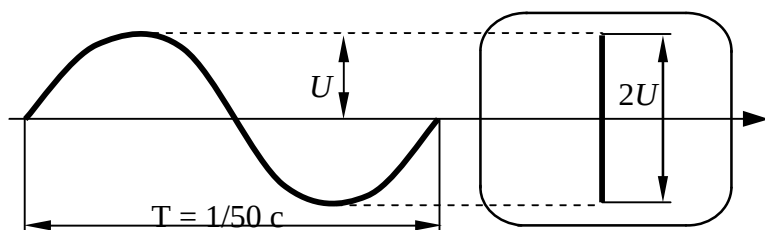
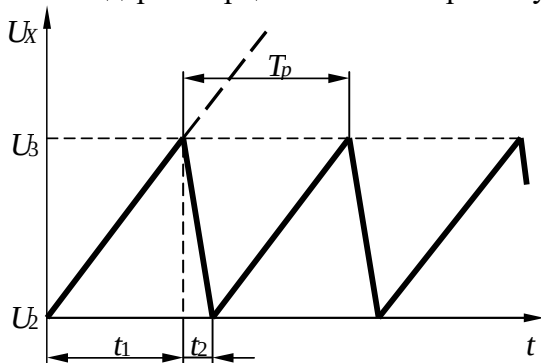


Рис.4.

Исследуемое напряжение подается на «Вход У», т.е. на вертикально отклоняющие пластины. Световое пятно сместится от центра экрана вверх на величину, соответствующую амплитуде подаваемого синусоидального напряжения (рис.4); затем пятно начнет двигаться в

противоположном направлении, пройдя через центр, достигнет своего амплитудного значения и снова возвратится к центру. Так как частота колебаний рассматриваемого напряжения равна 50 Гц, то за одну секунду световое пятно совершит 50 полных колебаний

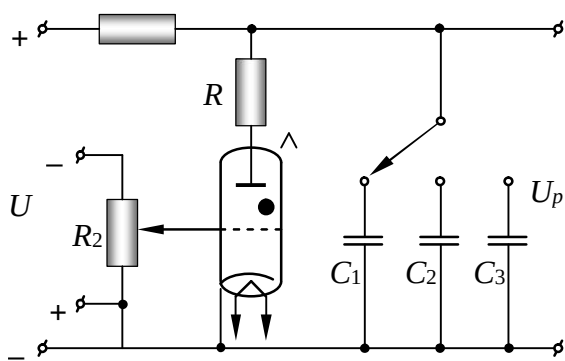
и благодаря инерции глаза на экране будет видна прямая вертикальная линия (рис.5).



изображение графика исследуемого напряжения, необходимо одновременно с исследуемым напряжением на горизонтально отклоняющие пластины «Х» подать напряжение, изменяющееся прямо пропорционально времени t (рис.5), так называемое *пилообразное напряжение*. Под действием пилообразного напряжения и при отсутствии исследуемого сигнала на пластинах «У» световое пятно на экране будет равномерно перемещаться по горизонтальной прямой в течение времени t_1 . За время t_1 напряжение, подаваемое на пластины «У», нарастает до U_3 , после чего напряжение падает до U_2 в течение очень короткого времени t_2 , и луч возвратится в исходное состояние, затем процесс повторяется.

При одновременном действии на электронный луч двух электрических полей, созданных исследуемым и пилообразным напряжениями световое пятно будет равномерно перемещаться в горизонтальном направлении и одновременно отклоняться, в вертикальном направлении на величину, пропорциональную мгновенному значению исследуемого напряжения. Таким образом, электронный луч под влиянием двух напряжений опишет на экране кривую изменения исследуемого сигнала, т.е. синусоиду в рассматриваемом случае.

Пилообразное напряжение в осциллографе получается от генератора развертки. На рис.6 приведена простейшая схема генератора пилообразного напряжения.



Основной частью генератора пилообразных колебаний является тиратрон. *Тиратрон* - это газонаполненная трехэлектродная лампа. Основная особенность тиратрона заключается в том, что он начинает проводить ток только при определенной разности потенциалов U_3 - напряжении зажигания, между анодом и катодом.

Если напряжение на электродах лампы $U < U_3$, то ток через лампу не идет, так как газ является

диэлектриком.

Рис.6

В этом случае внутреннее сопротивление лампы бесконечно велико. При разности потенциалов U_3 происходит пробой диэлектрика - через лампу идет ток, при этом газ светится. Процессом прохождения тока в тиратроне можно управлять, изменяя потенциал сетки. Но регулировать силу тока в тиратроне можно лишь в области несамостоятельного разряда. Чем более отрицателен потенциал сетки по отношению к катоду, тем больший потенциал должен быть у анода для начала ионизации и образования плазмы. Начиная с момента зажигания тиратрона, сетка полностью теряет какое-либо управляющее действие. Потенциал сетки не влияет на величину тока, установившегося после зажигания и зависящего только от разности потенциалов анода и катода. Таким образом, напряжение зажигания зависит от конструкции тиратрона, от природы и давления наполняющего газа, а

также от потенциала сетки. После зажигания лампа может гореть уже при более низком напряжении, гаснет она при некотором напряжении $U_2 < U_3$ называемом *напряжением гашения*.

Рассмотрим работу генератора, схема которого приведена на рис.6. При включении постоянного напряжения U один из конденсаторов (например, C_1) будет заряжаться через сопротивление R_1 . Напряжение на нем будет расти со временем по кривой, на которой всегда можно выбрать линейный участок. Увеличение разности потенциалов на конденсаторе будет происходить до тех пор, пока не достигнет величины U_3 - напряжения зажигания тиратрона. Лампа зажигается, через нее идет ток. При этом происходит разряд конденсатора через тиратрон, а напряжение на нем быстро падает до величины U_2 - напряжения гашения тиратрона, лампа гаснет. Конденсатор заряжается снова и процесс повторяется.

Частоту генератора можно менять скачкообразно, подключая различные конденсаторы. Ручка переключателя конденсаторов выведена на панель осциллографа (рис.8) – «Развертка» (потенциометр 14). Можно изменять частоту пилообразного напряжения и плавно, изменяя ток зарядки конденсаторов (реостат R_1). Ручка реостата также выведена на переднюю панель прибора – «Частота плавно» (потенциометр 16).

Чтобы наблюдаемый сигнал был неподвижен на экране, необходимо обеспечить (одновременность) развертки и исследуемого сигнала. Изображение исследуемого сигнала будет неподвижным при кратном соотношении частот, т.е., когда период пилообразного напряжения (T_p) равен или в целое число раз превосходит период исследуемого напряжения (T_c). Если $T_p = T_c$, то на экране виден один цикл исследуемого сигнала, если $T_p = n T_c$, где $n = 1, 2, 3, \dots$, то на экране видно n циклов исследуемого напряжения. Так как период напряжения генератора развертки не всегда равен кратному числу периодов исследуемого сигнала и с помощью ручек «Развертка» и «Частота плавно» не удастся достигнуть кратности частот, то каждому началу развертки соответствовала бы другая фаза исследуемого напряжения и, следовательно, изображение перемещалось бы в ту или другую сторону по экрану. Для того чтобы на экране осциллографа изображение оставалось неподвижным, необходимо, чтобы начало развертки было жестко связано во времени с исследуемым напряжением. Эта связь осуществляется путем синхронизации. В этом случае движение светового пятна на экране из исходного положения будет начинаться каждый раз при одной и той же постоянной фазе исследуемого периодического напряжения.

В осциллографах используют три вида синхронизации: внешнюю, внутреннюю и синхронизацию сетевым напряжением (рис.8, переключатели синхронизации 9, 10, 11). При внешней синхронизации управление работой генератора развертки производится сигналами от какого-либо устройства, не входящего в схему осциллографа. При внутренней синхронизации для управления работой генератора развертки используется часть исследуемого сигнала. Управление процессом синхронизации производится с помощью потенциометра R_2 (рис.7), ручка которого выведена на переднюю панель осциллографа «Синхронизация» (рис.8, потенциометр 8).

При исследовании периодических процессов генератор развертки периодически посылает на систему горизонтального отклонения импульсы пилообразной формы – это режим непрерывной развертки. Но если исследуемый процесс однократный или повторяется не периодически, то генератор развертки должен давать единичные импульсы пилообразной формы каждый раз и только тогда, когда на «Вход У» подается исследуемый сигнал. Это *режим ждущей развертки*. Переключатель режима работы находится на передней панели осциллографа. Если этот переключатель – «Род работы» (рис 8, переключатель 11) поставить в положение «Усилитель», то генератор развертки отключается. В этом случае развертку исследуемого сигнала можно производить сигналами какого-либо генератора, не входящего в систему осциллографа, подавая их на усилитель горизонтального отклонения «Вход Х».

Контрольные вопросы

1. Из каких основных блоков состоит электронный осциллограф?
2. Каково устройство и принцип действия электронно – лучевой трубки?
3. Устройство катода. Какие физические процессы происходят на катоде?
4. Модулятор. Назначение модулятора. Какой потенциал подается на модулятор?
5. Назначение ускоряющего и фокусирующего анода? Для чего необходимо менять

- потенциал на одном из анодов?
6. Как осуществляется фокусировка луча?
 7. Назначение отклоняющих пластин. Каким образом можно управлять электронным пучком с помощью этих пластин?
 8. Назначение третьего анода.
 9. Что из себя представляет экран?

Методические указания к практическому занятию №6
 Федеральное государственное автономное образовательное
 учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Кафедра Техникум
(наименование кафедры)

**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
 ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

по дисциплине Измерительная техника

«Измерение частоты и временных интервалов»

Цель работы - ознакомление с методами измерения частоты и временных интервалов, устройством и принципом действия измерительных приборов, привитие навыков практической работы с измерительными приборами.

Общие сведения

Основные технические характеристики. приборов для измерения частоты и временных интервалов: диапазон измеряемых частот, диапазон измеряемых временных интервалов, погрешность измерения, разрешающая способность, напряжение входного сигнала, входное сопротивление, время измерения.

Период и частота электрического сигнала являются весьма важными его характеристиками. Период T характеризует наименьший интервал времени, через который повторяются мгновенные значения периодического сигнала. Величина, обратная периоду, называется частотой f электрического сигнала.

Диапазоны измеряемых частот и временных интервалов представляют собой области значений частот и интервалов времени измеряемых приборами с нормированной погрешностью. В настоящее время диапазон измерения частоты без дополнительных преобразований составляет 10 Гц.. • 500 МГц, а диапазон измеряемых временных интервалов от 0,1 мкс до 10^4 с.

Основной метрологической характеристикой частотомеров и периодометров является их погрешность. Погрешность характеризует отклонение результата измерения от действительного значения измеряемой величины. В качестве стандартов частота, в настоящее время используют кварцевые генераторы, погрешность частоты которых не превышает 10^{-9} . Разрешающая способность частотомеров характеризуется минимальным интервалом времени который может быть измерен, или величиной, обратной количеству уровней дискретизации

$$\eta = \frac{\Delta f_M}{f_{ном}}$$

где Δf_M ,- цена деления шкалы частотомера, $f_{ном}$,- номинальное значение частоты на выбранном пределе измерения.

Напряжение входного сигнала, подводимого к частотомеру, должно лежать в определенных пределах, указанных в технических характеристиках прибора. Если напряжение выходит за

эти пределы, то измерение частоты с нормированной погрешностью не гарантируется. Для большинства частотомеров и периодометров напряжение входного сигнала может изменяться от 0,1 до 10 В.

Входное сопротивление (или входная емкость) прибора характеризует его влияние на объект измерения. Подключение измерительного прибора к электрической схеме может вызвать изменение частоты колебаний в ней, что приводит к появлению дополнительной погрешности измерений.

Процесс измерения частоты занимает определенный промежуток времени, за который происходит ее изменение, поэтому истинное значение частоты сигнала определить невозможно

Время измерения частоты электрического сигнала характеризует интервал усреднения текущей частоты. Для снижения погрешности измерения целесообразно увеличивать время измерения, что приводит к снижению производительности измерительного прибора.

Методы и средства измерения частоты и интервалов времени.

Для измерения частоты используют методы непосредственной оценки и сравнения частот. К приборам непосредственной оценки относятся: электромеханические частотомеры с логометрическим механизмом, конденсаторные частотомеры, резонансные частотомеры и электронно-счетные частотомеры. К приборам сравнения частот относятся: компараторы частоты, гетеродинные частотомеры, осциллографические частотомеры. Рассмотрим некоторые из этих приборов.

Конденсаторные частотомеры. Принцип действия конденсаторного частотомера поясняется схемой, приведенной на рис. 1,а и временными диаграммами, изображенными на рис. 1,б.

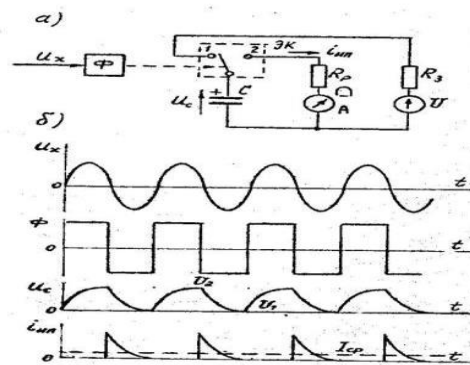


Рис.1

При действии положительной полуволны напряжения неизвестной частоты f_x формирователь Ф переводит электронный ключ ЭК в положение 1. В этом положении ключа происходит заряд емкости C от источника напряжения U . При отрицательной полуволне формирователь Ф переводит ЭК в положение 2, при котором происходит разряд ёмкости C через микроамперметр A до напряжения $U_1=0$.

Количество электричества, полученное емкостью C при заряде, равно количеству электричества, отдаваемого микроамперметру, поэтому

$$q = CU = C(U_2 - U_1) \quad (1) \quad \text{Средний ток через}$$

микроамперметр

$$I_{cp} = qf_x = C(U_2 - U_1)f_x$$

отсюда измеряемая частота

$$f_x = \frac{I_{cp}}{C(U_2 - U_1)}$$

При постоянной емкостью C шкалу микроамперметра можно проградуировать в единицах частоты. Диапазон измеряемых частот можно изменять изменением емкости C , а также шунтированием микроамперметром. Конденсаторные частотомеры используются в диапазоне частот от 10 Гц до 10 МГц. Погрешность измерения частоты лежит в пределах 0,5.....2%.

Электронно-счетные частотомеры,

Электронно-счетные частотомеры являются многофункциональными приборами и имеют следующие режимы работы: измерение частоты; измерение периода; измерение отношения частот; измерение длительности импульсов; измерение интервала между двумя импульсами; измерение скорости вращения (в комплекте с фотоэлектрическим датчиком); непрерывный счет (суммирование импульсов).

Измерение частоты электронно-счетным частотомером. В основу измерения частоты положен метод счета числа импульсов, поступающих на вход прибора за калиброванный интервал времени T_0 . Если за время измерения $t_{из}=T_0$ подсчитано N импульсов, то среднее значение частоты:

$$\bar{f}_x = \frac{N}{T_0}$$

где интервал времени T_0 может принимать значение 0,01, 0,1, 1, 10 или 100 с.

При выборе $T_0=1$ с измеряемое количество импульсов равно неизвестной частоте

$$f_x = N$$

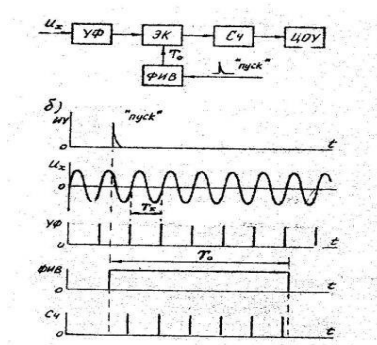


Рис.2

На рис. 2а приведена упрощенная схема цифрового частотомера, а на рис. 2,б временные диаграммы в различных ее точках.

Напряжение измеряемой частоты f_x подается на усилителе-формирователе УФ, преобразующий различные по форме и амплитуде периодические сигналы в короткие импульсы, частота следования которых равна f_x . Эти импульсы поступают на вход электронного ключа ЭК, который нормально закрыт. Управление ЭК производится сигналами схемы формирователя интервалов времени (ФИВ). Запуск ФИВ осуществляется сигналом "ПУСК". По сигналу "ПУСК" ФИВ формирует импульс прямоугольной формы длительностью T_0 . Под действием импульса ЭК открывается и за время T_0 на счетчик СЧ с ФИВ поступит N импульсов.

В зависимости от взаимного положения импульсов, следующих с частотой f_x , и импульса, вырабатываемого схемой ФИВ, возможно получение трех различных результатов на СЧ при одной и той же измеряемой частоте (рис. 3). Период T_0 (рис. 3,б) кратен периоду измеряемой частоты f_x (рис. 3,а). На временной диаграмме кратность равна четырем. Если передний и задний фронты импульса с ФИВ окажутся в промежутке между импульсами измеряемой частоты, то на ЦСУ будет получена цифра «4» (рис. 3,в). Если же фронты импульса с ФИВ совпадут с импульсами частоты f_x , то по ряду причин на ЦОУ за время T_0 может быть получена цифра, отличающаяся на ± 1 , т.е. "5" (рис. 3,г) или "3" (рис. 3,д).

Относительная погрешность измерения частоты определяется по формуле:

$$\delta = \frac{T_x}{T_0} 100\% = \frac{\Delta f}{f_x} 100\%$$

Абсолютная погрешность измерения частоты Δf данным методом определяется одним импульсом, отнесенным к интервалу времени T_0 , т.е.

$$\Delta f = \delta f_x$$

Для уменьшения погрешности дискретности при измерении низких частот увеличивают время T_0 , применяют умножители частоты, позволяющие повышать частоту в 10 раз или переходят к измерению периода исследуемого сигнала.

Измерение периода электронно-счетным частотомером. Метод измерения основан на определении числа N эталонных периодов T_0 за один период исследуемого сигнала $T_x = NT_0$. Время измерения определяется выражением $t_{\text{изм}} = T_x$. Погрешность измерения частоты складывается из двух погрешностей

$$\delta = \delta_T + \delta_{\text{пр}}$$

где δ_T - погрешность измерения периода.; $\delta_{\text{пр}}$ - погрешность преобразования результатов измерения из единиц периода в единицы частоту.

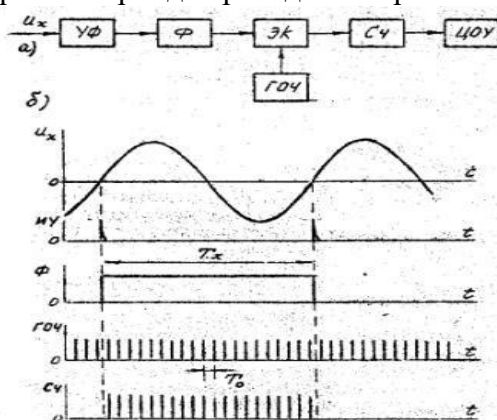
Измерение временных интервалов электронно-счетным частотомером. На рис. 4,а представлена схема частотомера в режиме измерения интервала между двумя импульсами, поступающими от различных источников, а на рис. 4,б временные диаграммы сигналов. На вход усилителя-формирователя УФ1 подается импульс, соответствующий началу измеряемого временного интервала (импульс "ПУСК"). С выхода УФ1 сигнал поступает на формирователь Ф и переводит его из положения «0», в положение «1». Разрешающий сигнал "Г" с Ф поступает на электронный ключ ЭК, который после прихода этого сигнала разрешает прохождение импульсов с генератора образцовой частоты (ГОЧ) на счетчик СЧ. На вход второго усилителя-формирователя УФ2 подается импульс, соответствующий концу временного интервала (импульс "СТСП"). С выхода УФ2 сигнал поступает на вход Ф и переводит его из положения «1» в положение "0". Запрещающий сигнал "О" поступает на ЭК, который после прихода импульса "СТОП" запрещает прохождение импульсов с ГОЧ на счетчик. Таким образом, счетчик фиксирует количество импульсов N прошедших за время t_x . Длительность временного интервала можно определить по формуле

$$t_x = T_0 N$$

где T_0 =период следования импульсов ГОЧ, выраженный в секундах.

Индикаторное цифровое отсчетное устройство (ЦОУ) обеспечивает отсчет временного интервала в десятичном коде в секундах или миллисекундах.

Цифровой частотомер является универсальным измерительным прибором. Он может быть использован для измерения длительности импульса, периода повторения сигналов, временного интервала между импульсами, отношения частот и др. Для измерения длительности импульса УФ1 переключается на работу от переднего фронта сигнала, а УФ 2 - на работу от заднего Фронта, и с формирователя на эк поступает разрешающий сигнал, длительность которого равна длительности импульса. Переключая УФ1и УФ2 в другие режимы можно измерять различные временные параметры сигналов. Схема частотомера, работающего в режиме измерения периода приведена на рис. 5.а.



Рис, 5

Сигнал с неизвестным периодом поступает на вход усилителя формирователя УФ который при помощи Формирователя Ф создает прямоугольный импульс длительностью T_x . В дальнейшем работа схемы происходит так же, как в схеме, показанной на рис. 4. ЦОУ

позволяет отсчитать период исследуемого сигнала. Временная диаграмма работы устройства приведена на рис. 5.6.

Измерение частоты электронным осциллографом.

Для измерения частоты электронным осциллографом используют метод фигур Лиссажу и метод круговой развертки.

Измерение частоты методом фигур Лиссажу. Метод используется для измерения частоты синусоидальных напряжений в диапазон частот от 10 Гц до 50 МГц. Сущность метода заключается в сравнении напряжений измеряемой частоты f_x с напряжением образцовой частоты. Для этого к одной паре отклоняющих пластин электронного осциллографа (непосредственно или через усилитель) подводится напряжение измеряемой частоты f_x , а к второй паре отклоняющих пластин - напряжение известной частоты f_0 .

Электронный луч под действием двух взаимно перпендикулярных электрических полей, изменяющихся по гармоническому закону, будет прочерчивать на экране некоторую сложную фигуру, которую и называют фигурой Лиссажу. Форма этой фигуры зависит от соотношения частот сигналов и их начальных фаз. Если соотношение частот сигналов выражается отношением целых чисел, то результирующая фигура представляется в виде неподвижного изображения. Например, для двух синусоидальных сигналов, совпадающих по фазе и частоте, фигура Лиссажу изображается прямой линией, располагаемой под некоторым углом к горизонтальной оси. На рис. 6 приведены фигуры Лиссажу для некоторых соотношений частот и фаз.

Чтобы определить отношение частот сигналов, необходимо определять наибольшее возможное число пересечений вертикальной и горизонтальной прямых с наблюдаемой фигурой и взять их отношение. При этом вертикальные и горизонтальные прямые не должны проходить через линии симметрии самой фигуры Лиссажу.

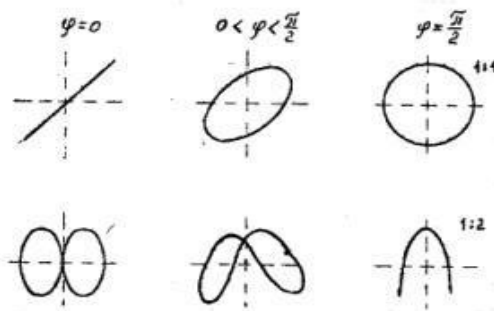


Рис. 6

Связь между отношением частот и отношением числа пересечений определяется выражением

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{N_y}{N_x}$$

где f_y и f_x - частоты сигналов, подводимых к вертикально и горизонтально отклоняющим пластинам осциллографа;

N_y и N_x - наибольшее число пересечений кривых вертикальными и горизонтальными прямыми.

Измерение частоты методом круговой развертки.

Для получения круговой развертки на обе пары пластин осциллографа подают напряжения одинаковой амплитуды и частоты, сдвинутые по фазе на 90° . При этом электронный луч описывает на экране окружность за время, равное периоду напряжения.

Для измерения частоты и исследуемого сигнала его подают на модулятор электронно-лучевой трубки (канал Z). При этом на окружности появится ряд светящихся дуг разделенных темными промежутками. По числу этих дуг можно судить о соотношении сравниваемых частот. На рис. 7 приведены фигуры на экране осциллографа для различных соотношений частот.

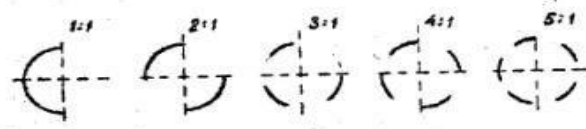


Рис.7

Если частоты f_y и f_z немного отличаются от кратного отношения, то $f_z = Nf_y + f_p$ где f_p частота расхождения, а $N=f_z/f_y$, то фигура, состоящая из дуг, вращается, причем направление вращения показывает знак расхождения частот

Измерение временных интервалов электронным осциллографом.

При помощи электронного осциллографа можно измерять различные временные интервалы; периоды исследуемых сигналов, длительности импульсов и их фронтов, интервалы времени между импульсами. Для измерения временных интервалов электронным осциллографом используют методы линейной развертки и калибровочных меток.

Метод калибровочной линейной развертки.

Временной интервал при этом методе определяется по Формуле $t_x = L_x K_p$, где K_p - коэффициент развертки электронного осциллографа, L_x - длина в см измеряемого интервала времени на экране. Для повышения точности измерения исследуемый интервал должен занимать большую часть экрана. Точность измерения интервалов времени этим методом зависит от линейности развертки осциллографа. Погрешность измерения составляет 5...10%.

Метод линейной развертки с калибровочными метками.

Измерение временных интервалов по этому методу производят при помощи осциллографа и генератора калибровочных меток. Исследуемый сигнал подают на вход У электронного осциллографа, а сигнал от генератора меток на вход Z. (модулятор яркости электроннолучевой трубки). При включении генератора меток сигнал на экране трубки будет иметь ВИД чередующихся ярких и темных точек. Временной интервал t_x определяют как произведение числа меток n_x , укладываемых на измеряемом участке, на период генератора калибровочных меток T_0 , т.е. $t_x = n_x T_0$. Точность намерения этим методом зависит от числа меток на измеряемом интервале и погрешности периода генератора. Абсолютная погрешность измерения составляет половину длительности периода генератора.

Контрольные вопросы.

1. Как работает ЭСЧ при измерении частоты?
2. Как работает ЭСЧ при измерении периода и временных интервалов?
3. Как определяют погрешность измерения частоты и периода при помощи ЭСЧ?
4. Как измеряют временные параметры сигнала электронным осциллографом?
5. Как определяют частоту сигналов по фигурам Лиссажу?
6. Как определяют частоту сигналов электронным осциллографом при использовании круговой развертки?
7. Как измеряют временные интервалы электронным осциллографом?

Методические указания к практическому занятию №7

Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Кафедра Техникум

(наименование кафедры)

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

по дисциплине Измерительная техника

«Измерение угла сдвига фаз»

Цель работы: Изучить строение и принцип работы фазометра.

Основные теоретические положения.

Измерение угла сдвига фаз между электрическими сигналами (токами, напряжениями) производится в самых различных областях измерительной техники, техники связи, телевидении и т.д. При этом измерение сдвига фаз в основном производится между током и напряжением либо между двумя напряжениями одинаковой частоты.

Измерительные приборы, предназначенные для измерения разности фаз, называются фазометрами.

Измерение угла сдвига фаз между током и напряжением производится логотриггерным методом, методом 3-х приборов или осциллографическим методом. Измерение разности фаз между двумя напряжениями осуществляется электронными аналоговыми и цифровыми фазометрами, а также компенсационным и осциллографическим методами.

Значение $\cos \varphi$ в цепи переменного тока может быть определено косвенным методом по показаниям амперметра, вольтметра и ваттметра по формуле:

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI}.$$

Такой косвенный метод, требующий вычислений неудобен для непрерывного наблюдения за режимом работы сети.

В этих случаях применяются показывающие приборы – фазометры.

В состав однофазного фазометра входит неподвижная катушка, обтекаемая током нагрузки I , и подвижная часть, состоящая из двух катушек, укрепленных на общей оси под углом относительно друг друга (рис.1).

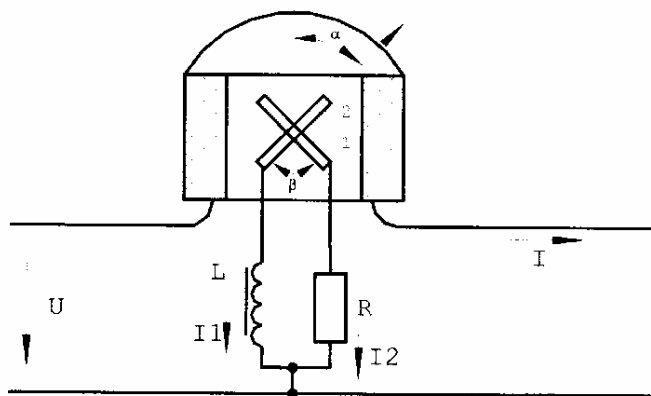


Рис.1

Ток I создает внутри неподвижной катушки достаточно равномерное магнитное поле. Магнитный поток пропорционален току I и совпадает с ним по фазе. Ток I отстает по фазе от напряжения U на угол φ .

Катушки подвижной части имеют большое число витков тонкой проволоки. Токи к ним подводятся через спиральные пружинки. Катушка 1 соединена с резистором R с большим сопротивлением, поэтому ток I_1 совпадает по фазе с напряжением сети. Катушка 2 соединена последовательно с дросселем L , ток отстает в ней по фазе от напряжения сети на угол γ .

Взаимодействие подвижных и неподвижных катушек создает вращающий момент, действующий на катушку I :

$$M = I_1 * I * \cos \varphi * \phi l(\alpha),$$

где α – угол отклонения подвижной части от некоторого ее положения, принимаемое за исходное.

На катушку 2 будет действовать момент:

$$M_2 = I_2 * I * \cos \varphi (\varphi - \gamma) \phi l(\alpha).$$

Моменты M_1 и M_2 направлены в противоположные стороны. Подвижная часть прибора должна занять такое положение, при котором $M_2 = M_1$, т.е.

$$I_1 * I * \cos \varphi * \varphi_1(\alpha) = I_2 * I * \cos \varphi * \varphi_2(\alpha).$$

Отсюда:

$$I_1 * \cos \varphi * \varphi_1(\alpha) = I_2 * \cos(\varphi - \gamma) * \varphi_2(\alpha).$$

Для токов I_1 и I_2 можно записать:

$$I_1 = U / R_1; I_2 = U / Z_2,$$

Тогда

$$\frac{U}{R_1} \cos \varphi * \varphi_1(\alpha) = \frac{U}{Z_2} \cos(\varphi - \gamma) * \varphi_2(\alpha).$$

Видно, что положение подвижной части фазометра, определяемое углом, является только функцией угла φ и не зависит ни от тока нагрузки, ни от напряжения сети, т.е. $\alpha = F(\varphi)$.

Подбором размеров катушек, угла, под которым скреплены катушки, и угла сдвига γ в цепи катушки 2 можно получить зависимость $\alpha = \varphi$, т.е. шкала фазометра в градусах будет соответствовать углу сдвига φ .

Контрольные вопросы:

1. Какими методами измеряется угол сдвига фаз между током и напряжением?
2. Каким образом можно произвести расчет $\cos \varphi$ по значениям P , U , I ?
3. Каково устройство и принцип работы фазометра?

III ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО УД

Спецификация дифференцированного зачёта по дисциплине «Измерительная техника»

Назначение дифференцированного зачета – оценить уровень подготовки студентов по УД «Измерительная техника» с целью установления их готовности к дальнейшему усвоению ОПОП специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»

1. Содержание дифференцированного зачёта определяется в соответствии с ФГОС СПО специальности, 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)», рабочей программой дисциплины «Измерительная техника».

2. Принципы отбора содержания дифференцированного зачёта:

Ориентация на требования к результатам освоения УД «Измерительная техника», представленным в соответствии с ФГОС СПО специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)» и рабочей программой УД «Измерительная техника»:

уметь:

- составлять измерительные схемы;
- выбирать средства измерений;
- измерять с заданной точностью различные электротехнические величины;
- определять значение измеряемой величины и показатели точности измерений;
- использовать средства вычислительной техники для обработки и анализа результатов измерений.

знать:

- основные методы и средства измерения электрических величин;
- основные виды измерительных приборов и принципы их работы
- влияние измерительных приборов на точность измерения;
- принципы автоматизации измерений;
- условные обозначения и маркировку измерений;
- назначение и область применения измерительных устройств.

3 Структура дифференцированного зачёта

3.1 Вопросы зачёта дифференцируются по уровню сложности. Обязательная часть включает вопросы, составляющие необходимый и достаточный минимум усвоения знаний и умений в соответствии с требованиями ФГОС СПО, рабочей программы УД.

3.2. Задание для итогового контроля по дисциплине «Измерительная техника» разработано в тестовой форме и включает в себя:

- Инструкцию для студентов.
- 30 теоретических вопросов в утвердительной форме в рамках предмета
- 5 вариантов ответов на каждый вопрос
- Эталон ответов к тесту
- Критерии оценивания в балльной системе

Вопросы задания охватывают материал дисциплины «Измерительная техника» по специальности «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования». Предусматривают выявление теоретических знаний об основных видах и методах измерений; о средствах измерения и их метрологических показателях; об измерительных цепях и механизмах; о приборах и методах измерения электрических величин. Каждый вопрос содержит 5 ответов, что позволяет учащимся производить анализ и синтез информации.

В соответствии с рабочей учебной программой дисциплины «Измерительная техника» вопросы теоретического задания содержат информацию по следующим темам:

- Основные виды и методы измерений, их классификация;
- Метрологические показатели средств измерения;
- Механизмы и измерительные цепи электромеханических приборов;
- Приборы и методы измерения напряжения;
- Приборы и методы измерения тока;
- Приборы и методы измерения мощности и энергии;
- Приборы и методы измерения параметров электрических цепей;
- Универсальные и специальные электроизмерительные приборы;
- Осциллографы;
- Приборы и методы измерения частоты и интервала времени;
- Приборы и методы измерения фазового сдвига;
- Приборы и методы измерения параметров сигналов.

Все вопросы теоретического задания имеют закрытую форму с одним правильным вариантом ответа. Формулировки вопросов являются наиболее привычными и основываются на принципах классификации и кумуляции (накапливание) (Табл. № 1).

Принцип классификации определяет ответы (верный и дистракторы), подобранные содержательно в соответствии с темой.

Принцип кумуляции имеет характер накопления данных в ответах. Каждый последующий ответ вбирает в себя содержание предыдущего и имеет дополнительную информацию. Самый полный ответ необязательно является правильным.

Принцип сочетания дополнительно имеет правило цепочки. Последнее слово первого ответа становится первым словом последующего.

Выполнение задания в тестовой форме рассчитано на 60 – 90 минут учебного времени, так как время для обдумывания ответов на каждый вопрос 2 – 3 минуты.

Система оценивания теоретического задания определяется количеством правильных ответов. Максимальное количество баллов – 30.

Правильность ответов и критерии оценивания определяются по «Эталону к тесту» (Табл. № 2), который является ключом к заданию в тестовой форме.

Для удобства выполнения задания в тестовой форме аттестующимся

3.3 Итоговая оценка за зачёт определяется как средний балл по всем вопросам.

4. Время проведения зачёта

На подготовку к устному ответу на зачёте студенту отводится не более 30 минут. Время устного ответа студента на зачёте составляет 10 минут.

5. Рекомендации по подготовке к зачёту

При подготовке к экзамену рекомендуется использовать конспекты лекций и материалы учебника.

Чтобы успешно сдать зачёт, необходимо внимательно прочитать вопросы. Именно внимательное, вдумчивое чтение – половина успеха. Будьте внимательны! Обдумывайте тщательно свои ответы! Будьте уверены в своих силах.

ФОРМА ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики

Техникум

УТВЕРЖДАЮ

Председатель цикловой комиссии

_____/Н.И. Литвинова/

«__» _____ 201__ г.

Вариант 1

Уважаемый студент!

Вам предлагается выполнить зачётное задание в тестовой форме для определения уровня теоретических знаний по дисциплине «Измерительная техника». Тест содержит 30 вопросов.

Каждый вопрос имеет 5 вариантов ответов, из которых верным может быть только 1.

Выбранные варианты проставляются в бланке ответов. Верный ответ оценивается в 1 балл.

Максимальное количество баллов – 30.

Удачи!

1. Средство измерения, позволяющее получать измерительную информацию в форме, удобной для восприятия, называется:

- а) измерительный центр;
- б) измерительная система;
- в) измерительное пространство;
- г) измерительная величина;
- д) измерительный прибор.

2. Механическая или оптическая конструктивная часть измерительного прибора, имеющая шкалу и стрелку, называется:

- а) отсчётный рычаг;
- б) отсчётное приспособление;
- в) отсчётный демпфер;
- г) отсчётное устройство;
- д) отсчётный эксцентрик

3. Источником электрической энергии в измерительных цепях может служить:

- а) генератор;
- б) генератор и аккумулятор;
- в) генератор, аккумулятор и трансформатор;
- г) генератор, аккумулятор, трансформатор и манипулятор;
- д) генератор, аккумулятор, трансформатор, манипулятор и коммутатор.

4. Погрешность измерений, выраженная в процентах, является классом точности прибора:
- а) относительная;
 - б) абсолютная;
 - в) приведённая;
 - г) случайная;
 - д) субъективная.
5. К электроизмерительным приборам относятся:
- а) амперметр;
 - б) амперметр и вольтметр;
 - в) амперметр, вольтметр и омметр;
 - г) амперметр, вольтметр, омметр, частотомер;
 - д) амперметр, вольтметр, омметр, частотомер и спидометр.
6. Электронный ваттметр определит потребляемую мощность, если электрическое оборудование включено в сеть напряжением 220 В и силой тока 0,6 А:
- а) 132 кВт;
 - б) 1,32 кВт;
 - в) 1 кВт;
 - г) 13,2 кВт;
 - д) 0,132 кВт.
7. Реактивная мощность цепи переменного тока зависит от измеренных величин:
- а) индуктивного сопротивления и ёмкостного сопротивления;
 - б) ёмкостного сопротивления и полного сопротивления;
 - в) полного сопротивления и реактивного сопротивления;
 - г) реактивного сопротивления и активного сопротивления.
 - д) активного сопротивления и индуктивного сопротивления
8. В Генри измеряется величина переменного тока:
- а) индуктивность;
 - б) ёмкость;
 - в) частота;
 - г) период;
 - д) сопротивление.
9. В цепях переменного тока измеряется мощность:
- а) активная;
 - б) активная и реактивная;
 - в) активная, реактивная и полная;
 - г) активная, реактивная, полная и потребляемая;
 - д) активная, реактивная, полная, потребляемая и отдаваемая.
10. В измерительных цепях постоянного тока с параллельным соединением потребителей электротехническая величина не изменяется:
- а) сила тока;
 - б) сопротивление;
 - в) количество электричества;
 - г) мощность;
 - д) напряжение.
11. В обнаружении прерывания подачи тока по токоведущим проводам и кабелям используются приборы:
- а) электрический мультиметр и кабелеискатель;
 - б) кабелеискатель и тестер напряжения и целостности;
 - в) тестер напряжения и целостности и индикатор напряжения;
 - г) индикатор напряжения и измеритель сопротивления;
 - д) измеритель сопротивления и электрический мультиметр.
12. Вольтметр измеряет электротехнические величины:
- а) напряжение;

- б) напряжение и разность потенциалов;
 - в) напряжение, разность потенциалов и электродвижущую силу;
 - г) напряжение, разность потенциалов, электродвижущую силу и количество электричества;
 - д) напряжение, разность потенциалов, электродвижущую силу, количество электричества и работу.
13. Для наблюдения и исследования коротких импульсов и колебаний СВЧ-диапазона применяются осциллографы:
- а) цифровой;
 - б) скоростной;
 - в) аналоговый;
 - г) стробоскопический;
 - д) электронный.
14. Погрешность измерений, полученная по причине неверных действий оператора или обусловленная его индивидуальными особенностями:
- а) относительная;
 - б) абсолютная;
 - в) приведённая;
 - г) случайная;
 - д) субъективная.
15. Электрический мультиметр измеряет величины:
- а) напряжение;
 - б) напряжение и силу тока;
 - в) напряжение, силу тока и сопротивление;
 - г) напряжение, силу тока, сопротивление и период;
 - д) напряжение, силу тока, сопротивление, период и частоту.
16. При обнаружении напряжения карманный индикатор напряжения имеет реакцию:
- а) появляются цифры и прибор вибрирует;
 - б) прибор вибрирует и изменяется цвет прибора;
 - в) изменяется цвет прибора и загорается индикатор;
 - г) загорается индикатор и издаётся звуковой сигнал;
 - д) издаётся звуковой сигнал и появляются цифры.
17. Прибор, применяемый для измерения потерь мощности электрооборудования, называется:
- а) ваттметр;
 - б) вольтметр;
 - в) омметр;
 - г) амперметр;
 - д) частотомер.
18. Для расширения пределов измерения приборов применяются:
- а) добавочное сопротивление и делитель напряжения;
 - б) делитель напряжения и измерительный трансформатор;
 - в) измерительный трансформатор и добавочный конденсатор;
 - г) добавочный конденсатор и шунт;
 - д) шунт и добавочное сопротивление.
19. Общая нагрузка в цепи постоянного тока определяется суммой измеренных величин:
- а) напряжений;
 - б) токов;
 - в) мощностей;
 - г) сопротивлений;
 - д) проводимостей.
20. Активную и реактивную нагрузку электрических сетей однофазного переменного тока определяют измеренные величины:
- а) сопротивление;

- б) сопротивление и индуктивность;
 - в) сопротивление, индуктивность и емкость;
 - г) сопротивление, индуктивность, емкость и период;
 - д) сопротивление, индуктивность, емкость, период и частота.
21. Генератор счётных импульсов и цифровое отсчётное устройство используются, чтобы измерить величину:
- а) фазовое смещение;
 - б) фазовый сдвиг;
 - в) фазовую форму;
 - г) фазовый период;
 - д) фазовое поле.
22. Определение коэффициента реактивной мощности $\cos \varphi$ в цепях переменного тока производится прибором:
- а) фазометром;
 - б) частотомером;
 - в) омметром;
 - г) амперметром;
 - д) ваттметром.
23. В Джоулях (Ваттах в час) измеряются электрические величины:
- а) напряжение и потенциал;
 - б) заряд и сила тока;
 - в) сопротивление и мощность;
 - г) работа и количество теплоты;
 - д) напряжённость и проводимость.
24. При увеличении сопротивления в электрической цепи уменьшается:
- а) напряжение;
 - б) проводимость;
 - в) электродвижущая сила;
 - г) мощность;
 - д) сила тока.
25. Запоминающее устройство используется в конструкции прибора:
- а) ваттметра;
 - б) осциллографа;
 - в) амперметра;
 - г) фазометра;
 - д) вольтметра.
26. Средства измерения имеют несколько видов, к которым относятся:
- а) измерительные преобразователи;
 - б) измерительные преобразователи и меры;
 - в) измерительные преобразователи, меры и измерительные принадлежности;
 - г) измерительные преобразователи, меры, измерительные принадлежности и инструменты;
 - д) измерительные преобразователи, меры, измерительные принадлежности, инструменты и измерительные методы.
27. В Вольтах измеряются электротехнические величины:
- а) индукция и индуктивность;
 - б) индуктивность и частота;
 - в) частота и напряжение;
 - г) напряжение и эдс;
 - д) эдс и индукция.
28. В цепях постоянного тока с последовательным соединением потребителей измеренная электротехническая величина не изменяется:
- а) сила тока;

- б) сопротивление;
 - в) количество электричества;
 - г) мощность;
 - д) напряжение.
29. Косвенный метод измерения определяется зависимостью электрических величин по Закон Ома для участка цепи:
- а) силы тока;
 - б) силы тока и напряжения;
 - в) силы тока, напряжения и сопротивления;
 - г) силы тока, напряжения, сопротивления и мощности;
 - д) силы тока, напряжения, сопротивления, мощности и проводимости.
30. Для определения наличия обрывов в цепи применяется прибор:
- а) токоизмерительные клещи;
 - б) индикатор напряжения;
 - в) цифровой мультиметр;
 - г) тестер напряжения и целостности;
 - д) клещи для измерения токов утечки.

Тестовое задание для промежуточной аттестации Вариант 2

Уважаемый студент!

Вам предлагается выполнить зачётное задание в тестовой форме для определения уровня теоретических знаний по дисциплине «Измерительная техника». Тест содержит 30 вопросов. Каждый вопрос имеет 5 вариантов ответов, из которых верным может быть только 1. Выбранные варианты проставляются в бланке ответов. Верный ответ оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов – 30.

Удачи!

1. При увеличении сопротивления в электрической цепи уменьшается:
 - а) напряжение;
 - б) проводимость;
 - в) электродвижущая сила;
 - г) мощность;
 - д) сила тока.
2. Общая нагрузка в цепи постоянного тока определяется суммой измеренных величин:
 - а) напряжений;
 - б) токов;
 - в) мощностей;
 - г) сопротивлений;
 - д) проводимостей.
3. Средства измерения имеют несколько видов, к которым относятся:
 - а) измерительные преобразователи;
 - б) измерительные преобразователи и меры;
 - в) измерительные преобразователи, меры и измерительные принадлежности;
 - г) измерительные преобразователи, меры, измерительные принадлежности и инструменты;
 - д) измерительные преобразователи, меры, измерительные принадлежности, инструменты и измерительные методы.

4. Определение коэффициента реактивной мощности $\cos \varphi$ в цепях переменного тока производится прибором:

- а) фазометром;
- б) частотомером;
- в) омметром;
- г) амперметром;
- д) ваттметром.

5. К электроизмерительным приборам относятся:

- а) амперметр;
- б) амперметр и вольтметр;
- в) амперметр, вольтметр и омметр;
- г) амперметр, вольтметр, омметр, частотомер;
- д) амперметр, вольтметр, омметр, частотомер и спидометр.

6. Электронный ваттметр определит потребляемую мощность, если электрическое оборудование включено в сеть напряжением 220 В и силой тока 0,6 А:

- а) 132 кВт;
- б) 1,32 кВт;
- в) 1 кВт;
- г) 13,2 кВт;
- д) 0,132 кВт.

7. Реактивная мощность цепи переменного тока зависит от измеренных величин:

- а) индуктивного сопротивления и ёмкостного сопротивления;
- б) ёмкостного сопротивления и полного сопротивления;
- в) полного сопротивления и реактивного сопротивления;
- г) реактивного сопротивления и активного сопротивления.
- д) активного сопротивления и индуктивного сопротивления

8. В цепях постоянного тока с последовательным соединением потребителей измеренная электротехническая величина не изменяется:

- а) сила тока;
- б) сопротивление;
- в) количество электричества;
- г) мощность;
- д) напряжение.

9. Электрический мультиметр измеряет величины:

- а) напряжение;
- б) напряжение и силу тока;
- в) напряжение, силу тока и сопротивление;
- г) напряжение, силу тока, сопротивление и период;
- д) напряжение, силу тока, сопротивление, период и частоту.

10. Погрешность измерений, полученная по причине неверных действий оператора или обусловленная его индивидуальными особенностями:

- а) относительная;
- б) абсолютная;
- в) приведённая;
- г) случайная;

11. В обнаружении прерывания подачи тока по токоведущим проводам и кабелям используются приборы:

- а) электрический мультиметр и кабелеискатель;
- б) кабелеискатель и тестер напряжения и целостности;
- в) тестер напряжения и целостности и индикатор напряжения;
- г) индикатор напряжения и измеритель сопротивления;
- д) измеритель сопротивления и электрический мультиметр.

12. Вольтметр измеряет электротехнические величины:

- а) напряжение;
- б) напряжение и разность потенциалов;
- в) напряжение, разность потенциалов и электродвижущую силу;
- г) напряжение, разность потенциалов, электродвижущую силу и количество электричества;
- д) напряжение, разность потенциалов, электродвижущую силу, количество электричества и работу.

13. Для определения наличия обрывов в цепи применяется прибор:

- а) токоизмерительные клещи;
- б) индикатор напряжения;
- в) цифровой мультиметр;
- г) тестер напряжения и целостности;
- д) клещи для измерения токов утечки.

14. В измерительных цепях постоянного тока с параллельным соединением потребителей электротехническая величина не изменяется:

- а) сила тока;
- б) сопротивление;
- в) количество электричества;
- г) мощность;
- д) напряжение.
- д) субъективная.

15. В цепях переменного тока измеряется мощность:

- а) активная;
- б) активная и реактивная;
- в) активная, реактивная и полная;
- г) активная, реактивная, полная и потребляемая;
- д) активная, реактивная, полная, потребляемая и отдаваемая.

16. При обнаружении напряжения карманный индикатор напряжения имеет реакцию:

- а) появляются цифры и прибор вибрирует;
- б) прибор вибрирует и изменяется цвет прибора;
- в) изменяется цвет прибора и загорается индикатор;
- г) загорается индикатор и издаётся звуковой сигнал;
- д) издаётся звуковой сигнал и появляются цифры.

17. Прибор, применяемый для измерения потерь мощности электрооборудования, называется:

- а) ваттметр;
- б) вольтметр;
- в) омметр;
- г) амперметр;
- д) частотомер.

18. Для расширения пределов измерения приборов применяются:

- а) добавочное сопротивление и делитель напряжения;
- б) делитель напряжения и измерительный трансформатор;
- в) измерительный трансформатор и добавочный конденсатор;
- г) добавочный конденсатор и шунт;
- д) шунт и добавочное сопротивление.

19. Механическая или оптическая конструктивная часть измерительного прибора, имеющая шкалу и стрелку, называется:

- а) отсчётный рычаг;
- б) отсчётное приспособление;
- в) отсчётный демпфер;
- г) отсчётное устройство;
- д) отсчётный эксцентрик.

20. Косвенный метод измерения определяется зависимостью электрических величин по Закон

Ома для участка цепи:

- а) силы тока;
- б) силы тока и напряжения;
- в) силы тока, напряжения и сопротивления;
- г) силы тока, напряжения, сопротивления и мощности;
- д) силы тока, напряжения, сопротивления, мощности и проводимости.

21. Запоминающее устройство используется в конструкции прибора:

- а) ваттметра;
- б) осциллографа
- в) амперметра;
- г) фазометра
- д) вольтметра.

22. Погрешность измерений, выраженная в процентах, является классом точности прибора:

- а) относительная;
- б) абсолютная;
- в) приведённая;
- г) случайная;

д) субъективная.

23. В Вольтах измеряются электротехнические величины:

- а) индукция и индуктивность;
- б) индуктивность и частота;
- в) частота и напряжение;
- г) напряжение и эдс;
- д) эдс и индукция.

24. Средство измерения, позволяющее получать измерительную информацию в форме, удобной для восприятия, называется:

- а) измерительный центр;
- б) измерительная система;
- в) измерительное пространство;
- г) измерительная величина;
- д) измерительный прибор.

25. Генератор счётных импульсов и цифровое отсчётное устройство используются, чтобы измерить величину:

- а) фазовое смещение;
- б) фазовый сдвиг;
- в) фазовую форму;
- г) фазовый период;
- д) фазовое поле.

26. Источником электрической энергии в измерительных цепях может служить:

- а) генератор;
- б) генератор и аккумулятор;
- в) генератор, аккумулятор и трансформатор;
- г) генератор, аккумулятор, трансформатор и манипулятор;
- д) генератор, аккумулятор, трансформатор, манипулятор и коммутатор.

27. В Джоулях (Ваттах в час) измеряются электрические величины:

- а) напряжение и потенциал;
- б) заряд и сила тока;
- в) сопротивление и мощность;
- г) работа и количество теплоты;
- д) напряжённость и проводимость.

28. В Генри измеряется величина переменного тока:

- а) индуктивность;
- б) ёмкость;

- в) частота;
 - г) период;
 - д) сопротивление.
29. Активную и реактивную нагрузку электрических сетей однофазного переменного тока определяют измеренные величины:
- а) сопротивление;
 - б) сопротивление и индуктивность;
 - в) сопротивление, индуктивность и емкость;
 - г) сопротивление, индуктивность, емкость и период;
 - д) сопротивление, индуктивность, емкость, период и частота.
30. Для наблюдения и исследования коротких импульсов и колебаний СВЧ-диапазона применяются осциллографы:
- а) цифровой;
 - б) скоростной;
 - в) аналоговый;
 - г) стробоскопический;
 - д) электронный.

Матрица принципов построения задания

№ задания	Принцип построения задания	№ задания	Принцип построения задания
1	Классификация	16	Сочетание (правило цепочки)
2	Сочетание (правило цепочки)	17	Классификация
3	Кумуляция (накопление)	18	Сочетание (правило цепочки)
4	Классификация	19	Классификация
5	Кумуляция (накопление)	20	Кумуляция (накопление)
6	Классификации	21	Классификация
7	Сочетание (правило цепочки)	22	Классификация
8	Классификация	23	Сочетание (правило цепочки)
9	Кумуляция (накопление)	24	Классификация
10	Классификация	25	Классификация
11	Сочетание (правило цепочки)	26	Кумуляция (накопление)

12	Кумуляция (накопление)	27	Сочетание (правило цепочки)
13	Классификация	28	Классификация
14	Классификация	29	Кумуляция (накопление)
15	Кумуляция (накопление)	30	Классификация
Итого	Классификация		15 вопросов
	Кумуляция (накопление)		8 вопросов
	Сочетание (правило цепочки)		7 вопросов

Таблица № 2

Эталон к тесту

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	д	16	г
2	г	17	а
3	б	18	д
4	а	19	г
5	г	20	в
6	д	21	б
7	в	22	а
8	а	23	г
9	в	24	д
10	д	25	б
11	б	26	б
12	в	27	г
13	г	28	а
14	д	29	в
15	в	30	г

Критерии оценивания: 28 – 30 баллов – «5»
23 – 27 баллов – «4»
18 – 22 баллов – «3»
Менее 18 баллов – «2»

Бланк ответов студента

Дисциплина «Измерительная техника»

Фамилия, имя _____

Группа _____

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1		16	
2		17	
3		18	
4		19	

5		20	
6		21	
7		22	
8		23	
9		24	
10		25	
11		26	
12		27	
13		28	
14		29	
15		30	

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Измерительная техника»
для студентов специальности

13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»

1. Определение понятия измерения и метрологии.
2. Прямой, косвенный метод измерения и метод непосредственной оценки.
3. Классификация и маркировка измерительных приборов.
4. Погрешности и основные причины их возникновения.
5. Типовая методика проверки измерительных приборов.
6. Общий принцип создания эл.измерительных приборов на базе измерительных механизмов.
7. Измерительные механизмы магнитоэлектрической системы.
8. Измерительные механизмы электромагнитной системы.
9. Измерительные механизмы эл.динамической и ферродинамической системы.
10. Измерительные механизмы электростатической системы.
11. Измерительные механизмы индукционной системы.
12. Основные типы вольтметров и их технические характеристики. Включение вольтметров в цепь.
13. Цифровые вольтметры с аналого-цифровым преобразователем (АЦП) и их преимущество.
14. Основные параметры амперметров и их основные типы.
15. Расширение пределов измерения амперметров с помощью измерительных трансформаторов и шунтов.
16. Основные параметры ваттметров, их основные типы и краткая характеристика.
17. Включение ваттметров в цепь для измерения активной и реактивной мощности.
18. Измерение параметров эл.цепей (индуктивности, емкости и сопротивления).
19. Мультиметры и комбинированные приборы.
20. Регистрирующие приборы и их классификация.
21. Схема измерительных цепей комбинированного прибора.
22. Использование осциллографов для наблюдения за электрическим сигналом.
23. Классификация электронно-лучевых осциллографов. (ЭЛО).
24. Измерение частоты с помощью электронно-лучевого осциллографа.
25. Электронно-счетные цифровые частотомеры.
26. Измерение частоты, периода и интервала времени.
27. Основные параметры фазометров их типы и краткая характеристика.
28. Цифровой фазометр, устройство и принцип действия.
29. Основные параметры и типы приборов измерения сигналов, их краткая характеристика.
30. Анализаторы спектра. Измерения с их помощью спектра сигнала.

31. Измерение параметров импульсного сигнала.
32. Факторы, оказывающие влияние на точность измерений.
33. Комплексное входное и выходное сопротивления измерительных приборов их влияние на точность измерения.
34. Методы подавления помех при измерениях.
35. Выбор требуемой точности измерений.
36. Многофункциональные приборы и комплексы.
37. Измерительные приборы со встроенным микропроцессором.
38. Примеры современных измерительных приборов, их технические характеристики.
39. Система автоматического контроля и управления – основное средство повышения производительности труда.
40. Информационно-измерительная система (ИИС) – новый вид средств измерений.
41. Назначение и краткая характеристика ИИС.
42. Классификация ИИС в зависимости от назначения.
43. Измерительно-вычислительный комплекс (ИВК). Назначение и краткая характеристика.
44. Понятие об агрегатном способе построения ИИС.
45. Понятие о государственной системе приборов ГПС.
46. Измерение параметров импульсного сигнала.