

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

А. Н. Румянцев

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ

Учебно-методическое пособие
по дисциплине «Технические измерения и приборы»
для студентов бакалавриата по направлению подготовки
15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 006.91:351.821:681.2

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент, проректор по учебной работе
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
В. И. Устич

Румянцев, А. Н.

Технические измерения и приборы : учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств / А. Н. Румянцев. – Калининград : Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 19 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по изучению дисциплины «Технические измерения и приборы» для студентов направления 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств. В нем представлен тематический план по дисциплине и даны методические указания по ее самостоятельному изучению, подготовке к лабораторным и практическим занятиям, написанию курсовой работы, подготовке и сдаче экзамена, выполнению самостоятельной работы. Содержатся требования к текущей и промежуточной аттестации, определены критерии получения положительной оценки.

Табл. 7, список лит. – 12 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено в качестве локального электронного методического материала кафедрой цифровых систем и автоматики Института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 28 сентября 2022 г., протокол № 2.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено в качестве локального электронного методического материала методической комиссией Института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 06 декабря 2022 г., протокол № 10.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.

© Румянцев А. Н., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение	4
2. Тематический план.....	5
3. Содержание дисциплины	6
4. Методические указания по проведению лабораторных занятий	9
5. Методические указания по выполнению практических занятий	10
6. Методические указания по выполнению самостоятельной работы...10	
7. Методические указания по проведению занятий и освоению дисциплины	11
8. Требования к аттестации по дисциплине.....	12
8.1. Текущая аттестация	12
8.2. Промежуточная аттестация по дисциплине	15
9. Заключение.....	15
10. Библиографический список	18

1. ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств, изучающих дисциплину «Технические измерения и приборы».

Целью освоения является формирование знаний, умений и навыков в области технических измерений и приборов электрических и неэлектрических величин.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование знаний об измерениях, методах, принципах и структурах построения технических средств измерений (ТСИ), оценке погрешностей измерений и классов точностей;
- знание принципов построения государственной системы приборов и средств автоматизации (ГСП);
- знание основных методов измерения и ТСИ электрических и неэлектрических величин;
- умение применять ТСИ в профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные правила технических измерений;
- основные электрические и неэлектрические величины и их разновидности;
- принципы построения и основные погрешности ТСИ;

уметь:

- профессионально использовать ТСИ в производственной деятельности;
- оценивать разные виды погрешностей и вероятности правильности измерений;
- применять информационные технологии для автоматизации расчетов;

владеть:

- методами решения конкретных измерительных задач, выполнения метрологических расчетов при обработке результатов измерительного эксперимента, поверки ТСИ и др.;
- методами выбора ТСИ для измерений, анализа научно-технической литературы, моделирования измерительных экспериментов;
- навыками оценки правильности работы приборов.

Дисциплина «Технические измерения и приборы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и входит в состав общепрофессионального модуля (В) образовательной программы бакалавриата по направлению 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств.

Дисциплина опирается на компетенции, полученные при изучении таких дисциплин, как «Физика», «Электротехника», «Электроника».

Знания, полученные студентами при освоении дисциплины, дополняются, расширяются, углубляются при изучении ряда дисциплин («Теория автоматического управления», «Автоматизированный электропривод») и могут использоваться в дальнейшей профессиональной деятельности.

Далее в пособии представлен тематический план, содержащий перечень изучаемых тем, выполняемых лабораторных работ, практических занятий, мероприятий текущей аттестации и отводимое на них аудиторное время (занятия в соответствии с расписанием) и самостоятельную работу. При формировании личного образовательного плана на семестр следует оценивать рекомендуемое время на изучение дисциплины; возможно, вам потребуется больше времени на выполнение отдельных заданий или проработку отдельных тем.

В разделе «Содержание дисциплины» приведены подробные сведения об изучаемых вопросах, по которым вы можете ориентироваться в случае пропуска каких-то занятий, а также методические рекомендации преподавателя для самостоятельной подготовки. Каждая тема имеет ссылки на литературу (или иные информационные ресурсы), а также контрольные вопросы для самопроверки.

Раздел «Требования к аттестации по дисциплине» содержит описание обязательных мероприятий контроля самостоятельной работы и усвоения разделов или отдельных тем дисциплины. Далее изложены требования к завершающей аттестации – экзамену.

Помимо данного пособия, студентам следует использовать материалы, размещенные в соответствующем данной дисциплине разделе ЭИОС, в которые более оперативно вносятся изменения для адаптации дисциплины под конкретную группу.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (ЗЕТ), т. е. 144 академических часа контактной (лекционные, лабораторные и практические занятия) и самостоятельной учебной работы студента, в т. ч. связанной с текущей и промежуточной (заключительной) аттестацией по дисциплине.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по семестрам ОП, темам и видам учебной работы студента приведено ниже.

Формы аттестации по дисциплине:

- очная форма, пятый семестр – курсовая работа, экзамен;
- заочная форма, пятый семестр – курсовая работа, экзамен.

Таблица 1 – Тематический план лекционных занятий по очной форме обучения

Номер п/п	Тема лекции	Объем работы, ч
1.	Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП)	2
2.	Параметры непрерывных и импульсных электрических сигналов	4
3.	Методы и ТСИ электрических параметров	8
4.	ТСИ неэлектрических параметров (величин)	10
5.	Газоанализаторы	6
Итого		30

Таблица 2 – Тематический план лекционных занятий по заочной форме обучения

Номер п/п	Тема лекции	Объем работы, ч
1.	Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП)	1
2.	Параметры непрерывных и импульсных электрических сигналов	1
3.	Методы и ТСИ электрических параметров	2
4.	ТСИ неэлектрических параметров (величин)	2
5.	Газоанализаторы	1
Итого		6

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержательно структура дисциплины представлена пятью тематическими блоками (темами).

Тема 1. Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП)

Перечень изучаемых вопросов:

Цель и задачи изучения дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины.

Определение физической величины (параметра), измерения, ТСИ, размерности величины, истинного и действительного значения величины, метода, единства измерений и т. д. Основные виды погрешностей.

Абсолютная, относительная, приведенная, систематическая, случайная и др. виды погрешностей. Классы точности приборов.

История развития и современное состояние. Этапы развития ГСП. Организация построения ГСП. Принципы построения и классификация ГСП и средств автоматизации.

Унифицированные сигналы ГСП. Унифицированные токовые сигналы, сигналы напряжения. Нормирующие преобразователи. Интерфейс «Токовая петля» и др.

Рекомендуемая литература: [1] глава 2, [2] глава 1, [3].

Контрольные вопросы:

1. Какой принцип работы цифрового мультиметра?
2. На каком диапазоне мультиметра со шкалой 3 и $\frac{1}{2}$ достигается максимальная точность измерений?
3. Как рассчитывается абсолютная погрешность прибора?
4. Что такое приведенная погрешность прибора?
5. По какой формуле рассчитывается класс точности прибора?
6. Какие основные параметры унифицированных токовых сигналов ГСП?
7. Что такое «Токовая петля» (ИРПС)?

Тема 2. Параметры непрерывных и импульсных электрических сигналов

Перечень изучаемых вопросов:

Основные электрические параметры: напряжение, ток, мощность, сопротивление и др. Максимальные, средневыпрямленные и действующие значения сигналов. Амплитудные и частотные характеристики сигналов.

Рекомендуемая литература: [1] глава 2, [2] глава 1, [3].

Контрольные вопросы:

1. Какое напряжение цепи переменного тока измеряет мультиметр?
2. Как рассчитываются средневыпрямленные значения напряжений?
3. Какой принцип лежит в основе омметра для измерения сопротивлений?
4. Как называются амплитудные и частотные характеристики сигналов?
5. Какой принцип работы АЦП двойного интегрирования цифрового мультиметра?

Тема 3. Методы и ТСИ электрических параметров

Перечень изучаемых вопросов:

Метод измерения сигнала путем его непосредственной оценки и измерения путем его сравнения с мерой. Разностный (дифференциальный) метод измерения параметра.

Мостовые схемы для измерения электрических сигналов. Разновидности мостовых схем.

Аналоговые измерительные приборы. Принцип действия магнитоэлектрических, электромагнитных и электродинамических измерительных приборов. Комбинированные аналоговые измерительные приборы. Ваттметры, фазометры, вольтметры и амперметры переменного тока и др.

Аналоговые и цифровые осциллографы для контроля и измерения множества параметров аналоговых и цифровых сигналов. Принцип действия цифровых измерительных приборов. Квантование непрерывного сигнала по уровню и времени.

Основные виды преобразователей непрерывного электрического сигнала в цифровой код. Частотомеры для измерения колебательных и импульсных сигналов. Приборы для измерения электрического сопротивления, емкости и индуктивности.

Рекомендуемая литература: [1] глава 3, [2] глава 2, [3].

Контрольные вопросы:

1. Какой принцип лежит в основе прибора магнитоэлектрической системы?
2. Какой принцип лежит в основе прибора электромагнитной системы?
3. Какой принцип лежит в основе прибора электродинамической системы?
4. Какой принцип работы аналогового осциллографа?
5. Какой принцип работы цифрового осциллографа?
6. Какой принцип измерения используется в работе частотомера?

Тема 4. ТСИ неэлектрических параметров (величин)

Перечень изучаемых вопросов:

Приборы измерения температуры контактного и бесконтактного действия. Датчики температуры.

Приборы измерения давления (манометры, вакуумметры, тягомеры, напоромеры, барометры и др.). Тензодатчики. Единицы измерения давления.

Расходомеры жидкостных, сыпучих и воздушных сред.

Тепловые счетчики, схемы подключения.

Уровнемеры жидкостей и сыпучих тел.

Плотномеры и концентратометры. Классификация. Формулы расчета концентрации.

Влагомеры, гигрометры и психрометры. Абсолютная и относительная влажность. Единицы измерения влажности.

Вискозиметры. Динамическая и кинематическая вязкость. Единицы измерения.

Тахометры контактного и бесконтактного действия. Измерители линейной скорости.

Рекомендуемая литература: [1] главы 5–11, [3] глава 1, [3].

Контрольные вопросы:

1. Как работает преобразователь температуры в электрический сигнал?
2. На каком эффекте работает термопреобразователь температуры (термопара)?
3. Как работает преобразователь давления в электрический сигнал?
4. Зачем надо учитывать температуру свободных концов термопары?
5. Как выглядят двух-, трех- и четырехпроводные схемы подключения датчиков температуры и зачем их используют?
6. Какие методы используются для измерения угловой скорости?

Тема 5. Газоанализаторы

Перечень изучаемых вопросов:

Газоанализаторы воздуха. Принцип работы газоанализатора и единицы измерения параметров воздуха.

Газоанализаторы выхлопных газов автомобилей. Многокомпонентные газоанализаторы выхлопных газов автомобилей. Единицы измерения. Оценка стехиометрического соотношения воздуха и углеводородного топлива для оптимизации его сгорания.

Рекомендуемая литература: [4].

Контрольные вопросы:

1. На каком принципе работают газоанализаторы воздуха для мониторинга окружающей среды?
2. Какие параметры контролирует газоанализатор выхлопных газов автотранспорта?

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Особое место в структуре дисциплины занимает практикум, включающий в себя семь лабораторных работ. Лабораторные занятия направлены на получение необходимых навыков работы с ТСИ электрических и неэлектрических величин.

Таблица 3 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лабораторного занятия	Очная форма, ч	Заочная форма, ч
1, 2	Измерение электрических параметров цифровыми и аналоговыми измерительными приборами с оценкой погрешностей измерения	2	1
2	Измерение переменного и постоянного тока без разрыва электрической цепи	2	1
1	Исследование электрических нормированных сигналов стандарта приборов ГСП	2	
3	Измерение амплитуды и временных характеристик электрических сигналов аналоговым и (или) цифровым осциллографом	2	1
5	Исследование работы АЦП с 3,5-разрядным цифровым индикатором с различными преобразователями неэлектрических величин	4	
4	Измерение температуры цифровыми ТСИ контактными и бесконтактными методами с применением различных датчиков температуры	2	1
4	Изучение работы теплосчетчика	2	
	Итого	16	4

Лабораторный практикум проводится в лаборатории метрологии, технических измерений и приборов (лаб. 254, главный учебный корпус) кафедры цифровых систем и автоматики, оснащенной лабораторными стендами. Студент в ходе лабораторного практикума согласно методическим указаниям и заданию преподавателя выполняет лабораторные работы в соответствии с методическими указаниями.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия направлены на изучение принципов работы ТСИ и выполнение необходимых расчетов (см. таблицу 4).

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине, а также работа в ЭИОС университета может проводиться в компьютерном классе, имеющем выход в сеть Интернет (лаб. 143а, главный учебный корпус), а также в лаборатории метрологии, технических измерений и приборов (лаб. 254, главный учебный корпус), в которой имеется лабораторный стенд, связанный с выполнением курсовой работы. Объем СРС показан в таблице 5.

Таблица 4 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического занятия	Очная форма, ч	Заочная форма, ч
1	Ознакомление с электрическими, пневматическими и гидравлическими нормированными параметрами и способами формирования токовых сигналов и сигналов напряжения, интерфейса ИРПС («Токовая петля») ГСП	2	1
3	Выбор и расчет параметров датчиков тока и напряжения, работающих на эффекте Холла	2	1
4	Методы и оборудование калибровки датчиков температуры в соответствии со стандартами ISO – 9000	2	
4	Изучение измерительных преобразователей отечественной промышленной группы «Метран»	4	1
5	Изучение принципа работы многокомпонентного газоанализатора выхлопных газов автомобилей	2	
5	Изучение принципа работы газоанализатора воздуха для мониторинга окружающей среды	2	1
Итого		14	4

Таблица 5 – Объем (трудоемкость освоения) и формы СРС

№	Вид (содержание) СРС	Кол-во часов		Форма контроля, аттестации
		очная форма	заочная форма	
1.	Освоение теоретического учебного материала (в т. ч. подготовка к лабораторным занятиям)	9	87	Текущий контроль: - контроль на лекциях; - защита лабораторных работ
2.	Курсовая работа	25	25	Текущий контроль: -защита курсовой работы
Итого		34	112	

Задания для курсовой работы студентов очной и заочной форм обучения выбираются из методических указаний по курсовому проектированию.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЙ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса по изучению дисциплины основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала

и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

В ходе изучения дисциплины внимание студентов постоянно акцентируется не только на теоретическом аспекте ТСИ, но и их практическом применении в современных автоматизированных производствах. Для успешного освоения дисциплины необходимо ознакомиться с базовыми понятиями теории и методами измерений.

В ходе лекционных занятий студенту следует вести конспектирование учебного материала. На лекциях изложению нового материала предшествуют обсуждение предыдущей темы с целью восстановления и закрепления студентами изученного теоретического материала и ответы на вопросы студентов. При проведении занятий в интерактивной форме важно участвовать в процессе обсуждения и решения поставленных задач применения ТСИ для электрических и неэлектрических измерений параметров технологических процессов, оценке погрешностей измерений, технического обслуживания приборов и т. д.

В конце лекции выделяется время для ответов на вопросы по текущему материалу и его обсуждению. Для закрепления изученного материала, определения пробелов в знаниях студентов на лекциях проводится контроль (устный опрос). Активность студентов и проявленные знания при обсуждении материала и устном опросе учитываются при текущей и промежуточной (заключительной) аттестации по дисциплине.

Самостоятельная работа студентов призвана закрепить теоретические знания и практические навыки, полученные студентами на лекциях, в ходе лабораторных занятий и проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу.

8. ТРЕБОВАНИЯ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Текущая аттестация

Текущая аттестация (текущий контроль) проводится с целью оценки освоения теоретического учебного материала, в том числе в рамках самостоятельной работы студента (п. 6).

Контроль на лекциях по отдельным темам используется для оценки освоения тем дисциплины. Контроль производится в виде устного опроса.

Типовые контрольные вопросы для устного опроса на лекциях по отдельным темам:

Тема 1. Государственная система приборов и средств автоматизации

1. Какое назначение ГСП и средств автоматизации?
2. Как определить, в каком положении (горизонтальном и/или вертикальном) можно использовать аналоговый стрелочный измерительный прибор?
3. Как рассчитывается абсолютная погрешность прибора?
4. Что такое приведенная погрешность прибора?
5. Какой принцип работы токоизмерительных клещей переменного и постоянного тока?

Тема 2. Параметры непрерывных и импульсных электрических сигналов

1. Какие параметры непрерывных электрических сигналов можно измерить приборами?
2. Какие параметры дискретных электрических сигналов можно измерить приборами?
3. Какими приборами можно оценить форму сигнала?

Текущий контроль в виде защиты лабораторных работ (см. таблицу 3) проводится на лабораторном практикуме, целью которого является формирование умений и навыков по техническим измерениям и приборам, методам, принципам и структурам построения ТСИ, оценке погрешностей измерений и классов точностей. Защита лабораторной работы осуществляется по результатам выполненного задания и ответов на контрольные вопросы.

Студент, самостоятельно выполнивший задание и правильно ответивший на контрольные вопросы, получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

Текущий контроль практических занятий осуществляется проверкой выполнения типовых заданий (см. таблицу 4). Контроль производится по выбору преподавателя в виде устного опроса (для ограниченного числа студентов) или письменного тестирования для всех студентов группы.

С целью контроля качества самостоятельной работы студентов очной и заочной формы запланированы выполнение и защита курсовой работы. Система оценивания и критерии оценки курсовой работы приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Система оценок и критериев оценки курсовой работы

Система Оценок	2	3	4	5
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
2. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
3. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

8.2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная (заключительная) аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

- выполнившие и защитившие все лабораторные работы, предусмотренные данным положением (получившие положительную оценку по результатам лабораторного практикума);

- получившие положительную оценку по результатам выполнения практических занятий;

- имеющие положительную оценку («зачтено») по результатам устного опроса или письменного тестирования для всех студентов группы;

- выполнившие и защитившие курсовую работу с положительной оценкой.

В случае отсутствия на более чем 30 % лекционных занятий для получения оценки «зачтено» студент должен ответить на один из контрольных вопросов по дисциплине или успешно пройти тестирование (табл. 7).

Таблица 7 – Система оценок и критерии выставления оценки при прохождении тестирования или ответа на контрольные вопросы

Система оценок	Процент правильных ответов			
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из них может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимых для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Примерный перечень контрольных вопросов:

1. Какой принцип работы цифрового мультиметра широкого применения?

2. На каком диапазоне мультиметра со шкалой 3 и $\frac{1}{2}$ достигается максимальная точность измерений?
3. Какой принцип работы аналогового тестера с прибором магнитоэлектрической системы?
4. Как определить, в каком положении (горизонтальном или вертикальном) можно использовать аналоговый стрелочный прибор?
5. Как рассчитывается абсолютная погрешность прибора?
6. Что такое приведенная погрешность измерительного прибора?
7. По какой формуле рассчитывается класс точности прибора?
8. Как называется напряжение переменного тока, которое измеряет мультиметр широкого применения?
9. Что такое среднеквадратичное значение измеряемой величины?
10. Какой принцип работы токоизмерительных клещей переменного и постоянного тока?
11. К какому вторичному прибору может подключаться приставка «Токоизмерительные клещи» и какой диапазон измерения на вторичном приборе надо включать?
12. Каким образом можно повысить точность измерения тока без разрыва электрической цепи с помощью токоизмерительных клещей?
13. Что такое эффект Холла?
14. В каком диапазоне можно измерять ток с помощью токоизмерительных клещей?
15. Какой класс точности токоизмерительных клещей?
16. Какие преимущества и недостатки токоизмерительных клещей по сравнению с традиционными амперметрами?
17. Какие бывают унифицированные сигналы приборов ГСП?
18. Что такое «Токовая петля» (протокол ИРПС)?
19. Какие основные параметры унифицированных сигналов напряжения ГСП?
20. Какие параметры имеют унифицированные электрические частотные сигналы, пневматические и гидравлические?
21. Из каких основных частей состоит аналоговый осциллограф?
22. Как измеряются (контролируются) амплитудные значения сигнала с помощью аналогового осциллографа?
23. Как измеряются (контролируются) временные (частотные) параметры сигнала с помощью аналогового осциллографа?
24. На каком принципе работает цифровой осциллограф?
25. Что необходимо иметь для работы USB-осциллографа?
26. Какие преимущества и недостатки имеет USB-осциллограф?
27. Как оценить класс точности АЦП с 3,5-разрядным цифровым индикатором?

28. Какие технические характеристики имеет АЦП?
29. Как работает преобразователь температуры в электрический сигнал?
30. Как работает преобразователь давления в электрический сигнал?
31. В каком диапазоне достигается наибольшая точность измерения сигнала цифровым мультиметром?
32. Как оценить погрешность преобразователя неэлектрической величины?
33. Какие функциональные части содержит цифровой измеритель температуры?
34. В каких единицах измеряется температура?
35. Какие типы контактных датчиков температуры широко применяются в автоматизации технологических процессов и на производствах?
36. Что такое градуировка датчика температуры?
37. Что называется номинальной статической характеристикой термопреобразователя температуры?
38. На каком эффекте работает термопреобразователь температуры (термопара)?
39. Зачем надо учитывать температуру свободных концов термопары?
40. Какой тип термопары генерирует наибольшее значение термоэдс?
41. Зачем надо согласовывать сопротивление линии в цепи термопреобразователя сопротивления?
42. Как выглядят двух-, трех- и четырехпроводные схемы подключения датчиков температуры и зачем их используют?
43. На каком принципе работает инфракрасный пирометр для измерения температуры?
44. Что такое фокусное расстояние пирометра?
45. Как правильно измерять температуру с помощью инфракрасного пирометра?
46. Какие преимущества и недостатки имеет инфракрасный пирометр?
47. Какой математический закон положен в работу теплового счетчика?
48. Как подключается тепловой счетчик к коммуникациям для измерения тепловой энергии?
49. В каких единицах измеряется тепловая энергия в системе СИ и в ЖКХ?
50. Каким образом считывается информация с теплового счетчика?

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Освоение дисциплины «Технические измерения и приборы» является одним из основополагающих шагов к формированию будущего специалиста в области автоматизации технологических процессов и производств. Приобретенные в ходе изучения дисциплины знания, умения и навыки будут углубляться и совершенствоваться в процессе дальнейшего обучения и могут быть применены в профессиональной деятельности.

10. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература:

1. Шишмарев, В. Ю. Электрорадиоизмерения : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев, В. И. Шанин. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 345 с. – (Высшее образование). Текст : непосредственный.

2. Рачков, М. Ю. Технические измерения и приборы : учебник и практикум для вузов / М. Ю. Рачков. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 201 с. – Серия : Специалист.

3. Миронов, Э. Г. Метрология и технические измерения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э. Г. Миронов, Н. П. Бессонов. – Москва : КноРус, 2016. – 421 с. (ЭБС «Book.ru»).

4. Зубков, М. В. Датчики и измерительные преобразователи для контроля окружающей среды. Учеб. пособие / М. В. Зубков, В. Н. Локтюхин, А. С. Совлуков ; РГРУ. – Рязань, 2009. – 64 с.

5. Горбунова, Т. С. Измерения, испытания и контроль. Методы и средства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. С. Горбунова ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань : Издательство КНИТУ, 2012. – 108 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Дополнительная литература:

6. Датчики: Справочное пособие / под общ. ред. В. М. Шарапова, Е. С. Полищука. – Москва : Техносфера, 2012. – 624 с. ISBN 978-5-94836-316-5.

7. Фарзани, Н. Г. Технологические измерения и приборы : учебник / Н. Г. Фарзани, Л. В. Илясов, А. Ю. Азим-заде. – Москва : Высшая школа, 1989. – 456 с.

8. Панкратов, В. В. Автоматическое управление электроприводами [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Панкратов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский

государственный технический университет. – Новосибирск : НГТУ, 2013. – Ч. 1. Регулирование координат электроприводов постоянного тока. – 200 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

9. Бриндли, К. Измерительные преобразователи : справочное пособие / К. Бриндли. – Москва : Энергоатомиздат, 1991. – 143 с.

Учебно-методические пособия:

10. Дуркин, В. В. Оформление текстовых и графических учебных документов в соответствии с требованиями ЕСКД: учебно-методическое пособие / В. В. Дуркин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 60 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Интернет-ресурсы:

11. Каталоги измерительных приборов:

- <http://owen.ru/search>;

- <http://metran.ru>;

- <http://specknigi.ru>elektrotexnicheskie-izmereniya-i>;

- <http://specknigi.ru>avtomaticheskie-izmereniya-i-pribory>;

- <http://window.edu.ru>resource/671/74671>.

12. Учебники и учебные пособия:

- <http://lib-bkm.ru/publ/31-1-0-656>;

- <http://www.myshared.ru/slide/1196981/>;

- <http://electroprivod.ru/literatura.htm>.

Локальный электронный методический материал

Александр Николаевич Румянцев

Технические измерения и приборы

Редактор М. А. Дмитриева

Уч.-изд. л. 0,8. Печ. л. 1,25

Издательство Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1.