МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Измерительная техника и датчики

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **1**
Семестр: **1, 2**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	10	0	10	часов
2	Практические занятия	2	4	6	часов
3	Лабораторные работы	12	0	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	24	4	28	часов
5	Самостоятельная работа	48	64	112	часов
6	Всего (без экзамена)	72	68	140	часов
7	Подготовка и сдача зачета	0	4	4	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	144	часов
				4.0	З.Е.

Контрольные работы: 2 семестр - 1
Зачет: 2 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 32388

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 от «26» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент кафедры ПрЭ каф. ПрЭ _____ В. Л. Савчук

доцент кафедры КСУП каф. КСУП _____ В. Ф. Отчалко

Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф. ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Эксперты:

Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ) _____ Н. С. Легостаев

Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП) _____ В. М. Зюзьков

Согласована на портале № 32388

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является углубленное обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является изучение современных методов и средств проведения измерительного эксперимента, а также принципов работы и характеристик современных первичных измерительных преобразователей (датчиков).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Измерительная техника и датчики» (Б1.В.ОД.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Измерительная техника и датчики.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.), Электронные средства сбора, обработки и отображения информации, Измерительная техника и датчики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

– ПК-3 готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени;

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные методы измерения электрических и неэлектрических величин, принципы действия средств измерений (СИ), характеристики СИ; физические принципы работы, характеристики и конструктивные особенности датчиков, их применение;

– **уметь** обоснованно выбирать и применять методы и средства решения измерительных задач в своей предметной области; автоматизировать проведение эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов; анализировать, обрабатывать и представлять результаты измерений;

– **владеть** методологией и навыками проведения измерений в реальном времени; навыками применения современных методов и средств измерений (СИ), оценивания технических характеристик датчиков и погрешностей измерений.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		1 семестр	2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	28	24	4
Лекции	10	10	
Практические занятия	6	2	4
Лабораторные работы	12	12	
Самостоятельная работа (всего)	112	48	64

Согласована на портале № 32388

Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12	
Проработка лекционного материала	20	20	
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	10	
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	6	
Выполнение контрольных работ	64		64
Всего (без экзамена)	140	72	68
Подготовка и сдача зачета	4		4
Общая трудоемкость, ч	144	72	72
Зачетные Единицы	4.0		

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Общие принципы построения СИ	1	1	0	12	14	ОПК-1, ПК-4
2 Измерение физических величин	3	1	8	12	24	ОПК-1, ПК-4
3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	4	0	4	8	16	ПК-4
4 Автоматизация измерений	2	0	0	16	18	ПК-3, ПК-4
Итого за семестр	10	2	12	48	72	
2 семестр						
5 Компьютерные измерительные системы	0	2	0	32	34	ПК-3
6 Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК)	0	2	0	32	34	ПК-3
Итого за семестр	0	4	0	64	68	
Итого	10	6	12	112	140	

Согласована на портале № 32388

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Общие принципы построения СИ	Общие сведения о средствах измерений (СИ).Погрешности СИ. Расчет погрешностей по паспортным данным приборов. Обработка результатов измерений.	1	ОПК-1, ПК-4
	Итого	1	
2 Измерение физических величин	Современные методы измерения напряжения, силы тока, частоты, временных интервалов, фазового сдвига сигналов. Цифровые вольтметры, частотомеры и фазометры – структурные схемы, основные соотношения, погрешности измерений. Приборы наиболее известных фирм. Измерение параметров цепей. Особенности современных цифровых измерителей параметров цепей. Панорамные измерители АЧХ.Современные цифровые анализаторы спектра, их принцип действия, технические характеристики.Цифровое осциллографирование. Достоинства и недостатки. Измерение магнитных величин. Единицы магнитных ФВ. Измерительные преобразователи: Холла, индукционные, феррозондовые, на основе ядерного магнитного резонанса. Принципы работы, структурные схемы, погрешности.	3	ОПК-1, ПК-4
	Итого	3	
3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	Основные понятия и определения, классификация датчиков. Физические принципы работы датчиков, их характеристики. Параметрические датчики: реостатные, тензочувствительные, термочувствительные, индуктивные, емкостные, ионизационные, фотоэлектрические. Генераторные датчики: термоэлектрические, индукционные, пьезоэлектрические. Датчики Холла. Интеллектуальные датчики.Измерение неэлектрических величин электрическими методами.	4	ПК-4
	Итого	4	
4 Автоматизация измерений	Микропроцессорные СИ. Измерительно-информационные системы (ИИС): измерительные системы, системы автоматического контроля, системы технической диагностики, системы идентификации, измерительно-вычислительные комплексы (ИВК).	2	ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 32388

Итого за семестр		10	
Итого		10	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Измерительная техника и датчики	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Научно-исследовательская работа (рассред.)		+	+		+	
2 Электронные средства сбора, обработки и отображения информации	+					
3 Измерительная техника и датчики					+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+			+	Контрольная работа, Зачет, Тест
ПК-3	+	+		+	Контрольная работа, Зачет, Тест
ПК-4	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			

Согласована на портале № 32388

2 Измерение физических величин	Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов	4	ПК-4
	Исследование цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием	4	
	Итого	8	
3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	Исследование тензометрических измерительных преобразователей (тензодатчиков)	4	ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Общие принципы построения СИ	Погрешности СИ. Расчет погрешностей по паспортным данным приборов. Обработка результатов прямых однократных измерений.	1	ПК-4
	Итого	1	
2 Измерение физических величин	Обработка результатов многократных равноточных измерений. Обработка результатов косвенных измерений.	1	ПК-4
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
2 семестр			
5 Компьютерные измерительные системы	Системы автоматического контроля	2	ПК-3
	Итого	2	
6 Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК)	Системы идентификации и технической диагностики.	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		6	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 32388

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Общие принципы построения СИ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ПК-4	Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	12		
2 Измерение физических величин	Проработка лекционного материала	4	ОПК-1, ПК-4	Зачет, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	12		
3 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	Проработка лекционного материала	4	ПК-4	Зачет, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
4 Автоматизация измерений	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ПК-4, ПК-3	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	16		
Итого за семестр		48		
2 семестр				
5 Компьютерные измерительные системы	Выполнение контрольных работ	32	ПК-3	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Итого	32		
6 Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК)	Выполнение контрольных работ	32	ПК-3	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Итого	32		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		116		

Согласована на портале № 32388

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Нефедов В.И., Хахин В.И., Битюков В.К. и др. Метрология и радиоизмерения: Учебник для вузов - М.: Высшая школа, 2006. - 525 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)
2. Фрайден Дж. Современные датчики: Справочник. - Москва: Техносфера, 2006. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
3. Котюк А.Ф. Датчики в современных измерениях. - М.: Радио и связь, Горячая линия - Телеком, 2006. - 96 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф. Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. - Томск: ТМЦДО, 1999. (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)
2. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. - Томск: ТМЦДО, 2010. - 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 62 экз.)
3. Отчалко В.Ф., Сидоров Ю.К., Эрастов В.Е. Измерительная техника и датчики: учебное методическое пособие - Томск: ТМЦДО, 2004. - 158с.:ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
4. В.Ф. Отчалко, Ю.В. Сваровский, В.Е. Эрастов. Метрология и технические измерения: Учеб. Пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2007. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. - Томск: ТМЦДО, 2010.-52с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
2. Отчалко В.Ф. Измерительная техника и датчики: УМП по практическим занятиям магистров — Томск: ТУСУР, 2016. - 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6625 (дата обращения: 18.06.2018).
3. Отчалко В. Ф. Измерительная техника и датчики: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам магистров — Томск: ТУСУР, 2016. — 77 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6629 (дата обращения: 18.06.2018).
4. Отчалко В. Ф. Измерительная техника и датчики: Учебно-методическое пособие по выполнению самостоятельной работы для магистров — Томск: ТУСУР, 2016 - 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6626 (дата обращения: 18.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. Библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс]. – URL:

Согласована на портале № 32388

https://lanbook.com (дата обращения 18.06.2018).

2. 2. Информационные, справочные, и нормативные базы данных. [Электронный ресурс]. URL: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (дата обращения 18.06.2018).

3. 3. Информационно-аналитическая система Science Index РИНЦ. [Электронный ресурс]. – URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp (дата обращения 18.06.2018).

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 208 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория метрологии и измерительной техники

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Осциллограф аналоговый фирмы INSTEK (4 шт.);
- Осциллограф цифровой INSTEK;
- Генератор сигналов типа Г3 (2 шт.);
- Генератор сигналов типа Г5 (5 шт.);
- Частотомер цифровой Ч3-34;
- Милливольтметр В3-38 (2 шт.);
- Измеритель добротности Е9-4;
- Измеритель добротности Е4-4;
- Измеритель Е12-1(А);
- Измеритель Е12-1;
- Частотомер Ч3-44 (4 шт.);
- Измеритель RLC (2 шт.);
- Измеритель Е7-21;
- Амперметр-вольтметр-омметр АВО-5М (3 шт.);
- Мост Р329 (2 шт.);
- Вольтметр серии М (6 шт.);
- Источник питания постоянного тока (5 шт.);
- Источник питания постоянного тока программируемый (2 шт.);

Согласована на портале № 32388

- Магазин сопротивлений (3 шт.);
- Гальванометр;
- Вольтметр Ф-204/1 (в макете, 2 шт.);
- Фазометр серии Ф2 (4 шт.);
- Генератор-частотомер АНР-1001;
- Потенциометр ПП-63 (3 шт.);
- Делитель напряжения ДН-1;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной

Согласована на портале № 32388

компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Что такое рабочие средства измерений?

а) СИ, выполняющие все измерительные операции без участия оператора;

б) СИ, не связанные с процессом передачи размера единицы ФВ;

в) СИ, предназначенные для передачи размера единицы ФВ.

2. В чем суть работы средств измерения, построенных по методу уравновешивающего преобразования?

а) производится сравнение измеряемой величины с известной образцовой величиной, создаваемой цепью обратной связи прибора;

б) последовательная линейка измерительных преобразователей выполняет над измеряемой величиной операции, необходимые для получения результата;

в) результат измерения получают при специальной программной обработке дискретных выборок измеряемой величины.

3. Как работают цифровые измерители различных физических величин, использующие метод время-импульсного преобразования?

а) измеряемая величина преобразуется в частоту счетных импульсов и подсчитывается число этих импульсов, вошедших в известный интервал времени;

б) измеряемая величина преобразуется в интервал времени, интервал заполняется высокостабильными счетными импульсами, число которых подсчитывается;

в) измеряемая величина преобразуется в длительность импульсов и подсчитывается число этих импульсов, вошедших в известный интервал времени.

4. Принцип действия цифрового частотомера?

а) подсчет моментов перехода измеряемого сигнала через ноль за известный интервал времени;

б) выделение колебательной системой (фильтром) первой гармоники преобразования Фурье от измеряемого сигнала;

в) подсчет числа периодов измеряемого сигнала за известный интервал времени.

5. Условие баланса четырехплечего моста для измерения параметров цепей (RLC) ?

а) произведения смежных плеч моста равны между собой;

б) суммы смежных плеч моста равны между собой;

в) суммы противоположных плеч моста равны между собой;

г) произведения противоположных плеч моста равны между собой.

6. Блок в структурной схеме цифрового измерительного прибора (ЦИП), определяющий его сущность называется:

а) устройством управления; б) цифровым отсчетным устройством;

в) аналого-цифровым преобразователем;

г) устройством сравнения.

7. Основная погрешность СИ, это:

а) погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации; б) погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации; в) погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени;

г) погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы.

8. Дополнительная погрешность СИ, это:

а) погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени;

б) погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы;

в) погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации;

г) погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации.

9. При измерении напряжения милливольтметр класса точности 1,0 с пределом шкалы 100 мВ показал 50 мВ. Определить погрешность измерения.

а) 0,5 мВ; б) 1,0 мВ; в) 2,0 мВ.

10. При измерении емкости измеритель RLC класса точности 2,0/0,5 с пределом измерения

Согласована на портале № 32388

160 пФ показал 80 пФ. Определить погрешность измерения.

а) 4 пФ; б) 1,6 пФ; в) 2 пФ.

11. Чему равна абсолютная погрешность дискретности цифрового измерительного прибора с разрешающей способностью ΔXкв ?

а) ΔXкв; б) ΔXкв/√6; в) ΔXкв/√12.

12. При косвенном измерении сопротивления в соответствии с законом Ома R=U/I получено U= (30±0,4) В,

I=(0,1±0,001) А. Определить результат и максимальную погрешность измерения.

а) 300 Ом; 5,5 Ом; б) 300 Ом; 7,0 Ом; в) 300 Ом; 6,3 Ом.

13. Если предстоит измерить напряжение 220 В с погрешностью не превышающей ±1 %, то для этой цели необходимо взять вольтметр с пределом шкалы 300 В и класса точности:

а) 1,0/0,5; б) 1,5; в) 0,6.

14. При измерении напряжения милливольтметром основная погрешность измерения составила 4 мВ, а дополнительная температурная погрешность не превышает 0,75 от основной. Определить максимальную полную (эксплуатационную) абсолютную погрешность измерения.

а) 5,0 мВ. б) 7.0 мВ; в) 6,95 мВ; г) 4,75 мВ.

15. Естественными входными величинами емкостного датчика являются:

а) относительная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками, активная площадь обкладок, расстояние между обкладками;

б) относительная магнитная проницаемость среды между обкладками, активная площадь обкладок, расстояние между обкладками;

в) относительная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками, материал, форма обкладок, расстояние между обкладками.

16. Выходной величиной трансформаторных датчиков является:

а) индуктивность выходной обмотки; б) напряжение, снимаемое с выходной обмотки;

в) величина реакции якоря.

17. Естественной входной величиной тензодатчика является:

а) температура; б) влажность; в) деформация.

18. Измерительной цепью, то есть цепью, преобразующей выходную величину параметрического датчика в электрический сигнал, является:

а) усилитель; б) АЦП; в) неравновесный мост.

19. Блок в структурной схеме интеллектуального датчика, определяющий его сущность, называется:

а) усилитель; б) АЦП; в) микропроцессор; г) цифровой индикатор.

20. Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) предназначены:

а) для автоматического распознавания различных объектов и явлений;

б) для решения определенного круга задач автоматизации измерений;

в) для создания виртуальных измерительных приборов.

14.1.2. Темы контрольных работ

1. Классификация СИ. Метрологические характеристики СИ.
2. Обработка результатов прямых однократных равноточных и косвенных измерений
3. Обработка результатов прямых многократных равноточных и косвенных измерений.
4. Правила суммирования погрешностей и представления результатов измерений.
5. Цифровые запоминающие осциллографы.
6. Анализаторы спектра.
7. Электромеханические измерительные приборы.
8. Измерители RLC.
9. Основные физические принципы работы датчиков.
10. Интеллектуальные датчики.
11. Измерение неэлектрических величин электрическими методами.
12. Обзор мировых производителей датчиков.
13. Информационно-измерительные системы.
14. Погрешности СИ. Обработка результатов однократных прямых измерений
15. Ультразвуковые и вихретоковые датчики. Принцип действия, характеристики, примеры

Согласована на портале № 32388

конструктивного решения.

16. Цифровые частотомеры.

17. Цифровые фазометры с время-импульсным преобразованием.

18. Цифровые измерители параметров цепей (с время-импульсным преобразованием, с преобразованием параметра в напряжение).

19. Панорамные измерители амплитудно-частотных характеристик цепей.

20. Анализаторы спектра последовательного действия.

14.1.3. Зачёт

1. Классификация средств измерений. Их метрологические характеристики
2. Причины возникновения погрешностей. Классификация погрешностей
3. Погрешности средств измерения, их нормирование. Классы точности СИ
4. Обработка результатов прямых однократных измерений
5. Определение результата и погрешности косвенных измерений
6. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.
7. Правила суммирования погрешностей (не исключённые остатки систематических погрешностей и случайные погрешности)
8. Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Сигналы измерительной информации.
9. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств
10. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.
11. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщённые структурные схемы.
12. Влияние формы кривой напряжения на показания вольтметров переменного тока (измерение несинусоидальных напряжений).
13. Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием (с применением ЛИН).
14. Цифровые вольтметры, использующие метод двойного интегрирования.
15. Цифровые интегрирующие вольтметры (с частотно импульсным преобразованием).
16. Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования.
17. Структура и принцип действия универсального электронного осциллографа.
18. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений
19. Компьютерно-измерительные системы (виртуальные приборы).
20. Информационно-измерительные системы (системы автоматического контроля, технической диагностики, идентификации, измерительные системы).

14.1.4. Темы лабораторных работ

Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.

1. Назовите основные функциональные узлы универсального электронного осциллографа и объясните их предназначение в его работе.
2. Что такое синхронизация, и как она осуществляется в электронном осциллографе?
3. Что такое внутренняя, внешняя синхронизация и в каких случаях она применяется?

Исследование цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием.

1. Объясните принцип время-импульсного преобразования в цифровом вольтметре.
2. Составьте упрощенную структурную схему цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием и объясните ее работу.
3. Какие коды используются в цифровых измерительных приборах?

Исследование тензометрических измерительных преобразователей (тензодатчиков).

1. Тензодатчики. Принцип действия, конструктивное исполнение, области применения.
2. Основные технические и метрологические характеристики тензодатчиков.
3. Построение измерительных цепей с тензодатчиками.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 32388

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 32388