МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. В. Сенченко
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы автоматизации технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2020 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	46	46	часов
5	Самостоятельная работа	62	62	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 4 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 52867

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от «29» 10 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Старший преподаватель каф. КСУП _____ М. С. Сахаров

Заведующий обеспечивающей каф. КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФВС _____ М. В. Черкашин

Заведующий выпускающей каф. КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Эксперты:

доцент каф. КСУП _____ Н. Ю. Хабибулина

Доцент кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП) _____ Т. Е. Григорьева

Согласована на портале № 52867

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных с умением проводить технические измерения физических величин, анализировать результаты технических измерений, использовать полученные знания для успешной деятельности на производстве.

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение теоретических основ метрологии, положений теории погрешностей, современных методов и средств измерения физических величин, способов обработки результатов измерений, изучение системы обеспечения единства измерений и основ стандартизации и сертификации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология и технические измерения» (Б1.Б.02.04) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Основы электротехники и электроники, Теория вероятностей и математическая статистика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированные информационно-управляющие системы, Проектирование автоматизированных систем, Теория автоматического управления.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-5 способностью к самоорганизации и самообразованию ;

– ОПК-4 способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения ;

– ПК-9 способностью определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления ;

– ПК-20 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций ;

– ПК-21 способностью составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы метрологии и технических измерений при разработке и производстве электронных средств.

– **уметь** проводить технические измерения физических величин

– **владеть** навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных электронных приборов, методами обработки результатов и оценки погрешности 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

Согласована на портале № 52867

		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	46	46
Лекции	18	18
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	12	12
Самостоятельная работа (всего)	62	62
Оформление отчетов по лабораторным работам	26	26
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	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
4 семестр						
1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	2	2	0	4	8	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
2 Обработка результатов измерений.	6	8	0	8	22	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
3 Основы метрологического обеспечения.	2	2	4	12	20	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
4 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	8	4	8	38	58	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
Итого за семестр	18	16	12	62	108	
Итого	18	16	12	62	108	

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
4 семестр			

Согласована на портале № 52867

1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Классификации видов измерений, методов и средств измерений (СИ). Основные метрологические характеристики СИ. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения.	2	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
	Итого	2	
2 Обработка результатов измерений.	Обработка результатов прямых однократных технических измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов многократных равноточных измерений.	6	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
	Итого	6	
3 Основы метрологического обеспечения.	Основные понятия и задачи метрологического обеспечения. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Система воспроизведения единиц ФВ и передачи их размера всем средствам измерений. Эталоны, виды эталонов. Поверка и калибровка СИ. Поверочные схемы и методики поверки. Государственный метрологический надзор.	2	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
	Итого	2	
4 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Принципы построения цифровых СИ. Методы и средства измерения напряжения, тока и мощности. Измерение параметров цепей. Исследование формы сигнала. Осциллографические измерения. Измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Автоматизация измерений. Информационно-измерительные системы.	8	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
	Итого	8	
Итого за семестр		18	

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

Согласована на портале № 52867

Предшествующие дисциплины				
1 Математика	+	+	+	+
2 Основы электротехники и электроники				+
3 Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+	
4 Физика	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Автоматизированные информационно-управляющие системы	+	+	+	+
2 Проектирование автоматизированных систем	+	+	+	+
3 Теория автоматического управления	+	+	+	+

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.	
ОК-5	+	+		+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ОПК-4	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-9	+	+		+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-20	+	+		+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-21	+	+		+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, 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
4 семестр			

Согласована на портале № 52867

3 Основы метрологического обеспечения.	Поверка средств измерений	4	ОПК-4
	Итого	4	
4 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	Измерение сопротивлений на постоянном токе.	4	ОПК-4
	Исследование вольтметра с время-импульсным преобразованием	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		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
4 семестр			
1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	Методы измерений. Методические систематические погрешности. Введение поправок.	2	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
	Итого	2	
2 Обработка результатов измерений.	Правила суммирования погрешностей. Погрешности средств измерений. Обработка результатов прямых однократных измерений.Случайные погрешности. Обработка результатов многократных равноточных измерений.Обработка результатов косвенных измерений.	8	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
	Итого	8	
3 Основы метрологического обеспечения.	Сферы ГРОЕИ, формы ГРОЕИ. Государственный метрологический надзор.	2	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
	Итого	2	
4 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	Цифровые измерительные приборы.Цифровые запоминающие осциллографы, анализаторы спектра.	4	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Основы метрологии. Погрешности	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен

Согласована на портале № 52867

измерений.	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Обработка результатов измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
3 Основы метрологического обеспечения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
4 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОК-5, ОПК-4, ПК-20, ПК-21, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	38		
Итого за семестр		62		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		98		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
4 семестр				
Контрольная работа	10	10	10	30

Согласована на портале № 52867

Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		10	15	25
Итого максимум за период	15	25	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	40	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Метрология и радиоизмерения : Учебник для вузов / В. И. Нефедов [и др.] ; ред. : В. И. Нефедов. - 2-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 2006. - 525 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)

2. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. – 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 62 экз.)

3. Метрология и радиоизмерения : Учебное пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - М. : Academia, 2005. - 296[8] с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 294. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

4. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 324 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03643-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа

Согласована на портале № 52867

Юрайт [сайт]. — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/434574 (дата обращения: 29.10.2021).

5. Волегов, А. С. Метрология и измерительная техника [Электронный ресурс]: электронные средства измерений электрических величин : учебное пособие для вузов / А. С. Волегов, Д. С. Незнахин, Е. А. Степанова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 103 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08498-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/472122 (дата обращения: 29.10.2021).

12.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф. Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. – Томск: ТМЦДО, 1999-178 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 58 экз.)

2. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин (измерительные преобразователи) – Л.: Электроатомиздат, 1983.-320 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

3. Измерение электрических и неэлектрических величин/ Под ред. Н.Н.Евтихиева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. -349 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)

4. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие/ К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов. – СПБ.: Питер, 2006. – 368 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

5. Шишмарёв, В. Ю. Электрорадиоизмерения [Электронный ресурс]: учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв, В. И. Шанин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 345 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08586-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/473251 (дата обращения: 29.10.2021).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В.Ф. Учебно-методический комплект (учебные методические пособия по практическим занятиям, по самостоятельной работе студентов, по лабораторным работам) по дисциплине ИТиД . – Томск [Электронный ресурс]: 2012. — Режим доступа: http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metrologija-standartizacija-i-sertifikacija-fet (дата обращения: 29.10.2021).

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. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных и информационно-справочные системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

Согласована на портале № 52867

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

Лаборатория метрологии и измерительной техники
учебная аудитория для проведения занятий практического 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.);
- 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.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория метрологии и измерительной техники
учебная аудитория для проведения занятий практического 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.);

Согласована на портале № 52867

- 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.);
- 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

Согласована на портале № 52867

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 компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Метод измерения, при котором измеряемая физическая величина дополняется до известного значения, называется: 1. дифференциальный метод; 2. метод непосредственной оценки; 3. нулевой метод; 4. метод дополнения

2. Какое из перечисленных средств измерения не относится к элементарным: 1. измерительный прибор; 2. датчик; 3. набор мер; 4. средство сравнения

3. Амперметр имеет класс точности 0,5. Чему равна относительная погрешность измерений в середине шкалы: 1. 0,5%; 2. 2%; 3. 1%; 4. 4%

4. Погрешность средства измерения называется мультипликативной, если она: 1. пропорциональна измеряемой величине; 2. не зависит от измеряемой величины ; 3. уменьшается с увеличением значения измеряемой физической величины; 4. состоит из нескольких составляющих

5. Во сколько раз изменится относительная погрешность измерений прибора с мультипликативной погрешностью, если значение измеряемой физической величины увеличить в два раза: 1. 2; 2. 0,5; 3. не изменится; 4. 4

6. Неучтенные остатки систематических погрешностей принято считать случайными величинами, закон распределения которых является: 1. нормальным; 2. равномерным; 3. треугольным; 4. экспоненциальным

7. Какая из оценок случайной величины не относится к точечным: 1. математическое ожидание; 2. доверительная вероятность; 3. среднеквадратическая погрешность; 4. дисперсия

8. Дополнительная погрешность средства измерения определяется: 1. особенностями конструкции; 2. значением измеряемой физической величины; 3. квалификацией оператора; 4. условиями эксплуатации

9. Распределение Стьюдента необходимо применять для обработки результатов многократных измерения при числе экспериментальных данных менее: 1. 100; 2. 50; 3. 20; 4. 5

10. Результатом многократных измерений является: 1. среднее значение и его доверительный интервал с указанием доверительной вероятности и количества измерений; 2. среднее значение с указанием количества измерений; 3. среднее значение и погрешность; 4. все перечисленные варианты

11. Чему равны относительные коэффициенты влияния тока и напряжения при измерении мощности согласно формуле P=UI: 1. 0.5; 2. 0.707; 3. 2; 4. 1

12. Какая математическая операция по сравнению с другими приводит к значительному увеличению погрешности косвенных измерений по сравнению с погрешностями исходных измеренных физических величин: 1. сложение; 2. умножение; 3. вычитание; 4. деление

13. Измерения физической величины, результат которых определяется путем прямых измерений других физических величин, связанных с измеряемой известной функциональной зависимостью, называются: 1. прямые; 2. косвенные; 3. совокупные; 4. совместные

14. Случайные погрешности суммируются путем: 1. алгебраического сложения границ доверительных интервалов; 2. геометрического сложения границ доверительных интервалов; 3. алге-

Согласована на портале № 52867

браического сложения среднеквадратических погрешностей; 4. • геометрического сложения среднеквадратических погрешностей;

15. Основной задачей метрологического обеспечения является: 1. надзор за состоянием средств измерений; 2. обеспечение единства измерений; 3. обеспечение сохранности эталонов физических величин; 4. разработка новых методов измерения

16. Аттестация средства измерения производится в случае, если: 1 .•предполагается использование средства измерения в условиях, не предусмотренных в паспорте средства измерения; 2. есть подозрения в неисправности средства измерения; 3. средство измерения не подлежит обязательному государственному надзору; 4. средство измерения прибыло по импорту

17. Эталон физической величины, предназначенный для работы в особых условиях, называется: 1. государственным; 2. первичным; 3. вторичным; 4. специальным

18. Какой тип АЦП обеспечивает наибольшую скорость измерения: 1. последовательный; 2. с время-импульсным преобразованием; 3. последовательно-параллельный; 4. параллельный

19. Коэффициентом амплитуды переменного напряжения называют отношение: 1. среднеквадратического значения к средневыпрямленному; 2. амплитудного значения к средневыпрямленному; 3. амплитудного значения к среднему; 4. амплитудного значения к среднеквадратическому

20. Погрешность цифровых средств измерения является: 1. аддитивной; 2. мультипликативной; 3. комплексной; 4. все варианты неверные

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Классификация видов измерений.
2. Методы измерений физических величин.
3. Классификация средств измерений (СИ). Характеристики СИ.
4. Классификация погрешностей.
5. Систематические погрешности, обнаружение, методы исключения.
6. Случайные погрешности. Законы распределения, точечные оценки.
7. Оценки числовых характеристик случайных погрешностей. Определение границ доверительного интервала случайных погрешностей.
8. Погрешности средств измерений, их нормирование. Классы точности СИ.
9. Результат и погрешности косвенных измерений.
10. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.
11. Правила суммирования погрешностей (неисключенные остатки системати-ческих погрешностей, случайные погрешности и их сочетание).
12. Правила округления погрешности и записи результата измерения. Формы пред-ставления результатов измерений с учетом погрешностей.
13. Обеспечение единства и точности измерений. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений».
14. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).
15. Понятие метрологического обеспечения (МО). Правовые, организационные, на-учные и технические основы МО.
16. Виды и содержание работ по МО. Функции федерального агентства по метроло-гии, стандартизации и сертификации (Росстандарта).
17. Государственный метрологический контроль.
18. Аттестация, поверка и калибровка средств измерения.
19. Эталоны и поверочные схемы
20. Цели и принципы стандартизации.
21. Виды и методы стандартизации.
22. Категории и виды стандартов
23. Технические и организационные основы, цели и задачи сертификации.
24. Виды сертификации. Особенности сертификации сложных технических систем.
25. Схемы сертификации
26. Электро-механические приборы непосредственного отсчета. Общие черты, преимущества и недостатки
27. Виды измеряемых напряжений. Их взаимосвязь.
28. Компенсатор постоянного тока.

Согласована на портале № 52867

29. Электронные аналоговые вольтметры. Общие схемы, преимущества и недостатки.

30. Детектор амплитудного значения с параллельным включением диода (с закрытым входом).

31. Интегральный детектор амплитудного значения.

32. Детектор среднеквадратического значения.

33. Детектор средневыпрямленного значения. Термоэлектрическое преобразование среднеквадратического значения.

34. Общие сведения о цифровых вольтметрах – типовые структуры, преимущества и недостатки, типовой класс точности.

35. Цифровой вольтметр поразрядного уравновешивания

36. Цифровой вольтметр с время-импульсным преобразованием

37. Цифровой вольтметр с двойным интегрированием

38. Цифро-аналоговый преобразователь

39. Аналогово-цифровой преобразователь последовательного действия

40. Аналогово-цифровой преобразователь параллельного действия

41. Аналогово-цифровой преобразователь комбинированного действия

42. Измерение тока.

43. Общие сведения об осциллографах – классификация, типовые метрологические ха-рактеристики, применение.

44. Структура универсального осциллографа.

45. Скоростные и стробоскопические осциллографы.

46. Цифровые и комбинированные осциллографы.

47. Приборы дискретного счета. Основные метрологические характеристики. Области применения.

48. Измерение активных сопротивлений косвенным методом.

49. Измерение активных сопротивлений мостовым методом.

50. Измерение реактивных параметров резонансным методом.

51. Измерение реактивных параметров методом дискретного счета.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Классификации видов измерений, методов и средств измерений (СИ). Основные метрологические характеристики СИ. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения.

Обработка результатов прямых однократных технических измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов многократных равноточных измерений.

Основные понятия и задачи метрологического обеспечения. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Система воспроизведения единиц ФВ и передачи их размера всем средствам измерений. Эталоны, виды эталонов. Поверка и калибровка СИ. Поверочные схемы и методики поверки. Государственный метрологический надзор.

Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Принципы построения цифровых СИ. Методы и средства измерения напряжения, тока и мощности. Измерение параметров цепей. Исследование формы сигнала. Осциллографические измерения. Измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Автоматизация измерений. Информационно-измерительные системы.

14.1.4. Темы контрольных работ

1). Погрешности средств измерений.

2). Случайные погрешности

3). Обработка результатов многократных равноточных измерений.

4). Обработка косвенных измерений.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Измерение сопротивлений на постоянном токе.

Исследование вольтметра с время-импульсным преобразованием

Согласована на портале № 52867

Поверка средств измерений

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.

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 проце-

Согласована на портале № 52867

дура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.