МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология, стандартизация и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Из них в интерактивной форме	10	10	часов
6	Самостоятельная работа	54	54	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20028

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 18 от «16» 5 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

ассистент каф. КСУП	_____	К. К. Жаров

Заведующий обеспечивающей каф. КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Эксперты:

профессор каф. КСУП	_____	В. М. Зюзьков
профессор каф. ПрЭ	_____	Н. С. Легостаев

Согласована на портале № 20028

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины "Метрология, стандартизация и технические изменения" (МСиТИ) является обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

1.2. Задачи дисциплины

– Основными задачами дисциплины является 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.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология, стандартизация и технические измерения» (Б1.Б.13) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Инженерные расчеты в Matcad, Математика, Теоретические основы электротехники, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

– ОПК-8 способностью использовать нормативные документы в своей деятельности;

– ОПК-9 способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности;

– ПК-3 готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;

– ПК-7 готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** Основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин основы стандартизации и сертификации.

– **уметь** определить погрешность используемых средств измерения, методов измерения; свести погрешности измерения к минимуму.

– **владеть** методами обработки и оценки погрешности результатов 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
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	20	20
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	10	10
Самостоятельная работа (всего)	54	54

Согласована на портале № 20028

Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	16	16
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	5	6	0	9	20	ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-3, ПК-7
2 Обработка результатов измерений.	5	12	4	15	36	ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-3, ПК-7
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	2	0	4	12	18	ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-3, ПК-7
4 Основы стандартизации.	2	0	0	8	10	ОПК-8, ОПК-9, ПК-7
5 Методы и средства измерения физических величин.	6	0	8	10	24	ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-3, ПК-7
Итого за семестр	20	18	16	54	108	
Итого	20	18	16	54	108	

Согласована на портале № 20028

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
5 семестр			
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. Систематические и случайные погрешности, их особенности.	5	ОПК-5, ПК-3, ПК-7
	Итого	5	
2 Обработка результатов измерений.	Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения.Обработка результатов прямых однократных измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ. Обработка результатов многократных равноточных измерений. Идентификация закона распределения опытных данных. Критерий Пирсона. Устранение промахов. Обработка результатов косвенных измерений.	5	ОПК-5, ПК-3, ПК-7
	Итого	5	
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Понятие метрологичекого обеспечения (МО). Понятие "единство измерений". Основные положения закона РФ "Об обеспечении единства измерений". Сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ). Обязательные требования к измерениям, средствам измерений, методикам выполнения измерений, единицам ФВ. 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	ОПК-8, ОПК-9, ПК-7
	Итого	2	

Согласована на портале № 20028

4 Основы стандартизации.	Основные положения закона РФ ФЗ 162 "О стандартизации в Российской Федерации". Основные понятия и определения в области стандартизации. Виды и методы стандартизации. Виды нормативных документов по стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований нормативных документов. Международная стандартизация.	2	ОПК-8, ОПК-9, ПК-7
	Итого	2	
5 Методы и средства измерения физических величин.	Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Принципы построения цифровых СИ. Электрические измерения: методы и средства измерения напряжения, тока и мощности; измерение параметров цепей; исследование формы сигналов; осциллографические измерения; измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Сигналы измерительной информации. Масштабирующие преобразователи. Измерительные преобразователи различных типов. Датчики различных физических величин (технические измерения).	6	ОПК-5
	Итого	6	
Итого за семестр		20	

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
Предшествующие дисциплины					
1 Инженерные расчеты в Matcad	+	+			
2 Математика	+	+	+		
3 Теоретические основы электротехники			+	+	+
4 Физика					+
Последующие дисциплины					
1 Научно-исследовательская работа	+	+	+	+	+
2 Преддипломная практика	+	+	+	+	+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 20028

представлено в таблице 5.4

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ОПК-8	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ОПК-9	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
5 семестр				
Работа в команде		4		4
Презентации с использованием	4			4

Согласована на портале № 20028

раздаточных материалов с обсуждением				
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением			2	2
Итого за семестр:	4	4	2	10
Итого	4	4	2	10

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
5 семестр			
2 Обработка результатов измерений.	Измерение параметров электрических цепей резонансным методом.	4	ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-3, ПК-7
	Итого	4	
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Поверка средств измерений.	4	ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-3, ПК-7
	Итого	4	
5 Методы и средства измерения физических величин.	Изучение методов измерения физических величин на примере измерения сопротивления на постоянном токе.	4	ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-3, ПК-7
	Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

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
5 семестр			
1 Основы метрологии.	Нормирование основной погрешности	4	ОПК-5,

Согласована на портале № 20028

Погрешности измерений.	средств измерения (СИ): классы точности. Определение основной погрешности СИ различных видов.		ОПК-8, ОПК-9, ПК-3, ПК-7
	Методические погрешности. Поправки, введение поправок.	2	
	Итого	6	
2 Обработка результатов измерений.	Статистическая обработка результатов многократного прямого равноточного технического измерения. Исключение промахов. Определение доверительных границ случайной погрешности в зависимости от закона распределения.	4	ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-3, ПК-7
	Неисключенные систематические погрешности (НСП). Нормирование дополнительной погрешности СИ. Суммирование систематических погрешностей. Суммирование случайных погрешностей. Суммирование систематических и случайных погрешностей.	4	
	Обработка результатов обыкновенных косвенных измерений. Линеаризация разложением в ряд Тэйлора с удержанием линейных членов разложения. Линеаризация логарифмированием.	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		18	

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
5 семестр				
1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-7	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	5		
	Итого	9		
2 Обработка результатов измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-5, ОПК-8, ПК-7, ОПК-9, ПК-3	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной ра-
	Проработка лекционного материала	5		

Согласована на портале № 20028

	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		боте
	Итого	15		
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-7, ПК-3	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
4 Основы стандартизации.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-8, ОПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
5 Методы и средства измерения физических величин.	Проработка лекционного материала	2	ПК-7, ОПК-5, ОПК-8, ОПК-9, ПК-3	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	10		
Итого за семестр		54		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		90		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Самостоятельная проработка материалов закона РФ "О техническом регулировании".
2. Самостоятельная проработка материалов закона РФ"Об обеспечении единства измерений.

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
5 семестр				
Защита отчета		10	10	20
Контрольная работа	10	10	10	30
Отчет по лабораторной работе		10	10	20

Согласована на портале № 20028

Итого максимум за период	10	30	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	10	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. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010 — 208 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)

2. Перемитина Т. О. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. — Томск: ТМЦДО, 2009 — 140с.: Библиотека ТУСУР (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Метрология и радиоизмерения: учебник для вузову/ В. И. Нефедов, В. И. Хахин, В. К. Битюков и др.; Ред. В. И. Нефедов. - М.:Высшая школа, 2006. - 525 с.:ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)

2. Эрастов В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие — Томск, Изд-во Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2005 — 266 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 340 экз.)

3. Закон РФ "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 г. №102-ФЗ [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=182748#0

4. Закон РФ "О стандартизации в Российской Федерации" от 29.06.2015г №162-ФЗ [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?

Согласована на портале № 20028

req=doc;base=LAW;n=200912#0

5. В. Ф. Отчалко, Ю. В. Сваровский, В. Е. Эрастов. Метрология и технические измерения: Учебн. 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 — 52 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)
2. Отчалко В. Ф. О Учебно-методический комплект (учебные методические пособия по практическим занятиям, по самостоятельной работе студентов, по лабораторным работам) по дисциплине МСиС — Томск, 2012 [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metrologija-standartizacija-i-sertifikacija-fet
3. Отчалко В. Ф., Методические указания по выполнению лабораторных работ — Томск, 2012 [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/metodicheskie-ukazanija-po-vypolneniju-laboratornyh-rabot

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. www.consultant.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения лекционных занятий используется лаборатория метрологии и измерительной техники, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 212. с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических занятий используется лаборатория метрологии и измерительной техники, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 212. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория метрологии и измерительной техники, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 212. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт. балка консольная с закрепленными тензодатчиками - 1 шт, вольтамперметр постоянного тока серии М - 8 шт, вольтметр переменного тока серии В3 - 2 шт, гальванометр - 1 шт, генератор сигналов импульсный Г5-54 - 1 шт, генератор сигналов низкочастотный Г3-112 - 2 шт, генератор-калибратор

Согласована на портале № 20028

ГК-38/1 - 1 шт, измеритель иммитанса Е7-21 - 1 шт, измеритель параметров цепей гетеродинный Е12-1 - 1 шт, измеритель параметров цепей гетеродинный Е12-1(А) - 1 шт, измерительный прибор АВО-5М - 3 шт, измерительный прибор для исследования тензодатчиков - 1 шт, куметр Е4-4 - 1 шт, куметр Е9-4 - 1 шт, магазин сопротивлений - 3 шт, макет фазосдвигающей цепочки - 1 шт, макет цифрового вольтметра - 2 шт, мост одинарно-двойной учебный - 2 шт, набор гирь для исследования тензодатчиков - 1 шт, осциллограф цифровой INSTEK - 1 шт, осциллографы аналоговые INSTEK - 4 шт, фазометр Ф2-1 - 1 шт, фазометр Ф2-16 - 1 шт, частотомер Ч3-34 - 3 шт, частотомер Ч3-38(А) - 1 шт.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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-	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 20028

двигательного аппарата	самостоятельные работы, вопросы к зачету	
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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 20028

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Метрология, стандартизация и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2013 года

Разработчик:
- ассистент каф. КСУП К. К. Жаров

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20028

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-7	готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Должен знать Основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин основы стандартизации и сертификации.; Должен уметь определить погрешность используемых средств измерения, методов измерения; свести погрешности измерения к минимуму.; Должен владеть методами обработки и оценки погрешности результатов измерений.;
ПК-3	готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	
ОПК-9	способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности	
ОПК-8	способностью использовать нормативные документы в своей деятельности	
ОПК-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Согласована на портале № 20028

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-7

ПК-7: готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, основы стандартизации и основные нормативные документы в этих сферах.	применять методы и средства измерения физических величин, пользоваться нормативно-технической документацией.	методами обработки и оценки погрешности результатов измерений.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• знает различные методы контроля соответствия основным стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области специализации, знает границы их применения.;	• уметь осуществить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации различных требованиям стандартов, техническим условиям и другим нормативным документам в области специализации	• владеет различными способами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, применять эти способы контроля соот-

Согласована на портале № 20028

		с учетом границ применения стандартов.;	ветствия самостоятельно, оценивает свои действия и совершенствует их по мере необходимости.;
Хорошо (базовый уровень)	• знает основные и дополнительные методы контроля соответствия основным стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области специализации, знает границы их применения.;	• уметь осуществить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации основным и дополнительным требованиям стандартов, техническим условиям и другим нормативным документам в области специализации.;	• владеет основными и дополнительными способами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, применять эти способы контроля соответствия самостоятельно, оценивает свои действия.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• знает основные методы контроля соответствия основным стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области специализации.;	• уметь осуществить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации базовым требованиям стандартов, техническим условиям и другим нормативным документам.;	• владеет основными способами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, применять эти способы контроля соответствия под наблюдением.;

2.2 Компетенция ПК-3

ПК-3: готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные требования к оформлению результатов измерений в научных отчетах, публикациях, презентациях	анализировать, систематизировать и представлять результаты измерений	навыками представления результатов измерений метрологически правильном виде; методами измерений различных физических величин.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;

Согласована на портале № 20028

	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• знает способы анализа и систематизации результатов обыкновенных косвенных измерений;	• проанализировать и систематизировать результаты обыкновенных косвенных наиболее распространенных в сфере деятельности физических величин для дальнейшего представления результатов измерений в научных отчетах, публикациях, презентациях;	• владеет навыками измерения различных физических величин в пределах области специализации и смежных областях;
Хорошо (базовый уровень)	• знает способы анализа и систематизации результатов прямых многократных равноточных технических измерений;	• проанализировать и систематизировать результаты прямых многократных равноточных измерений наиболее распространенных в сфере деятельности физических величин для дальнейшего представления результатов измерений в научных отчетах, публикациях, презентациях;	• владеет навыками измерения различных физических величин в пределах области специализации;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• знает способы анализа и систематизации (т.е. обработки результатов) прямых однократных технических измерений;	• проанализировать и систематизировать результаты прямого однократного измерения наиболее распространенных в сфере деятельности физических	• владеет навыками представления результатов измерения в метрологически корректном виде; владеет навыками измерения основных физических

Согласована на портале № 20028

		величин для дальнейшего представления результатов измерений в научных отчетах, публикациях, презентациях;	величин в пределах области специализации;

2.3 Компетенция ОПК-9

ОПК-9: способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные методы работы с компьютером, нужные для обработки и представления результатов измерений.	провести обработку результатов измерений с использованием компьютера.	способами обработки и представления результатов измерений, в том числе способами, требующими использование ЭВМ.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• приемы работы со специализированным ПО, позволяющих упростить/автоматизировать вычисления, а также корректно офор-	• проводить обработку результатов измерений при помощи специализированного ПО; • проводить обработку результатов измерений	• навыками работы со специализированным ПО, позволяющим упростить/автоматизировать обработку и оформление результа-

Согласована на портале № 20028

	мить отчет по проделанной работе;	при помощи специализированного ПО;	тов измерений;
Хорошо (базовый уровень)	• приемы работы с офисными программами, позволяющих упростить/автоматизировать вычисления, а также корректно оформить отчет по проделанной работе;	• проводить обработку результатов измерений при помощи офисных программ; • проводить обработку результатов измерений при помощи офисных программ;	• навыками работы с офисными программами, позволяющими упростить/автоматизировать обработку и оформление результатов измерений;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• приемы работы с простейшими программами, позволяющих упростить/автоматизировать вычисления;	• оформлять результаты измерений при помощи компьютерных программ (расчеты, графики, диаграммы); • оформлять результаты измерений при помощи компьютерных программ (расчеты, графики, диаграммы);	• навыками работы с простейшими программами, позволяющими упростить/автоматизировать обработку и оформление результатов измерений;

2.4 Компетенция ОПК-8

ОПК-8: способностью использовать нормативные документы в своей деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные нормативные документы в области метрологического обеспечения, единства измерений, стандартизации.	пользоваться нормативно-технической документацией, касающейся метрологических аспектов учебной и профессиональной деятельности.	навыками работы с нормативной документацией метрологического характера.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки;	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Согласована на портале № 20028

	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает различными знаниями о требуемых в области специализации положениях нормативных документах в области основ метрологии, методов и средств измерения физических величин, основ стандартизации и сертификации, знает границы применения этих нормативных документов.;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем в области измерении физических величин различными методами; может согласовать свои действия с нормативно-технической документацией в предметной области. ;	• различными приемами работы с нормативной документацией в своей деятельности, может провести поиск по нормативным документам различных областей специализации.;
Хорошо (базовый уровень)	• Обладает различными знаниями о требуемых в области специализации положениях основных нормативных документах в области основ метрологии, методов и средств измерения физических величин, основ стандартизации и сертификации. ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем при измерении физических величин; может согласовать свои действия с основной нормативно-технической документацией. ;	• основными и дополнительными приемами работы с нормативной документацией в своей деятельности, может провести поиск по нормативным документам смежных областей специализации.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает знаниями об основных положениях базовых нормативных документах в области метрологии, методов и средств измерения физических величин, основ стандартизации и сертификации.;	• Обладает основными умениями, требуемыми для применения простых методоы и средств измерения физических величин, умеет пользоваться фундаментальной нормативно-технической документацией. ;	• основными приемами работы с нормативной документацией в своей деятельности;

2.5 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Согласована на портале № 20028

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	теоретические основы метрологии, правила представления результата измерения	применять методы и средства измерения физических величин; представлять результат измерения в метрологически корректной форме.	методами обработки и оценки погрешности результатов измерений, методами представления результата измерения.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знать различные приемы обработки и представления результатов измерений в области специализации и смежных областях. ;	• Обладает различными умениями по обработке экспериментальных измерительных данных в области специализации и смежных областях.;	• Способен самостоятельно обработать различные экспериментальные данные. ;
Хорошо (базовый уровень)	• знать наиболее часто встречающиеся алгоритмы обработки результатов измерений в пределах области специализации. ;	• Обладает базовыми и дополнительными умениями по обработке экспериментальных измерительных данных в области специализации. ;	• Способен самостоятельно обработать ряд экспериментальных данных невысокой и средней сложности обработки. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные метрологические алгоритмы обработки результатов технических равноточных	• Обладает базовыми умениями по обработке результатов наиболее часто встречающихся	• Способен обрабатывать простые экспериментальные данные под наблюдением. ;

Согласована на портале № 20028

	измерений (прямых/косвенных, однократных/многократных); требования к метрологически корректному представлению результата измерения. ;	измерений. ;	

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Классификации видов измерений, методов измерений, средств измерений и их характеристик, погрешностей. Систематические, случайные, грубые погрешности. Законы распределения. Точечные, доверительные, квантильные, интервальные оценки. Прямые однократные, прямые многократные равноточные, косвенные измерения. Правила суммирования погрешностей, Виды АЦП/ЦАП. Микропроцессорные СИ. Обобщённые структурные схемы измерительных приборов прямого и компенсационного преобразования. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Поверка и калибровка СИ, поверочные схемы и методики поверки. Эталоны единиц ФВ, их виды. Основные положения закона РФ «О стандартизации в Российской Федерации». Виды и методы стандартизации. Виды стандартов, технические регламенты. Системы и схемы сертификации.

3.2 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. Систематические и случайные погрешности, их особенности.

– Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения.

– Обработка результатов прямых однократных измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ.

– Обработка результатов многократных равноточных измерений. Идентификация закона распределения опытных данных. Критерий Пирсона. Устранение промахов. Обработка результатов косвенных измерений.

– Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Принципы построения цифровых СИ.

– Электрические измерения: методы и средства измерения напряжения, тока и мощности; измерение параметров цепей; исследование формы сигналов; осциллографические измерения; измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига.

– Сигналы измерительной информации. Масштабирующие преобразователи. Измерительные преобразователи различных типов. Датчики различных физических величин (технические измерения).

– Понятие метрологичекого обеспечения (МО). Понятие "единство измерений". Основные положения закона РФ "Об обеспечении единства измерений". Сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ). Обязательные требования к измерениям, средствам измерений, методикам выполнения измерений, единицам ФВ. 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.

– Основные положения закона РФ ФЗ 162 "О стандартизации в Российской Федерации". Основные понятия и определения в области стандартизации. Виды и методы стандартизации. Виды нормативных документов по стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований нормативных документов. Международная стандартизация.

Согласована на портале № 20028

3.3 Темы контрольных работ

- Классы точности и методические погрешности.
- Оценка погрешности прямого технического многократного равноточного измерения.
- Влияние закона распределения на доверительную границу случайной погрешности.
- Оценка погрешности обыкновенного косвенного измерения.
- Суммирование погрешностей.

3.4 Экзаменационные вопросы

- 1. Классификация измерений. Измерения прямые, косвенные, совместные и совокупные. 2. Классификация методов измерения ФВ. Метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой. 3. Классификация средств измерений. Их характеристика. 4. Классификация погрешностей. 5. Систематические погрешности. Методы обнаружения, методы исключения. 6. Случайные погрешности. Законы распределения, точечные оценки. 7. Статистические оценки случайных погрешностей. Определение доверительного интервала погрешностей. 8. Погрешности средств измерения, их нормирование. Классы точности СИ. 9. Определение результата и погрешности косвенных измерений. 10. Обработка результатов прямых равноточных измерений. Идентификация закона распределения случайной величины. Критерий Пирсона. 11. Правила суммирования погрешностей (неисключённые остатки систематических погрешностей и случайные погрешности). 12. Сигналы измерительной информации. 13. Электромеханические приборы – магнитоэлектрической системы, электромагнитной, электромеханической систем, электростатической системы. Принципы действия, уравнения шкалы, области применения, условные обозначения на шкале. 14. Электромеханические приборы с преобразователями – выпрямительные и термоэлектрические. Принципы действия, достоинства и недостатки, области применения. 15. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств. 16. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы. 17. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщённые структурные схемы. 18. Измерительные преобразователи амплитудного значения переменного напряжения в постоянное. 19. Измерительные преобразователи средневыпрямленного и среднеквадратического значений (СВЗ и СКЗ) переменного напряжения в постоянное. 20. Влияние формы кривой напряжения на показания вольтметров переменного тока. 21. Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием. 22. Цифровые вольтметры, использующие метод двойного интегрирования. 23. Цифровые интегрирующие вольтметры (с частотно импульсным преобразованием). 24. Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования. 25. Структура и принцип действия универсального электронного осциллографа. Основные характеристики, погрешности осциллографа. 26. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений. 27. Цифровые осциллографы. 28. Время-импульсный измеритель временных интервалов. Принцип действия, структура, погрешности 29. Нониусный измеритель временных интервалов. 30. Электронные аналоговые частотомеры (в том числе резонансные). 31. Цифровые частотомеры. 32. Цифровые фазометры с время- импульсным преобразованием. 33. Фазометры с промежуточным преобразованием сдвига фаз в напряжение. 34. Фазометры уравновешивающего преобразования (компенсационные фазометры). 35. Мостовые методы измерения параметров цепей. Виды мостов. Их особенности. Области применения. 36. Цифровые измерители параметров цепей с предварительным преобразованием параметра в напряжение. 37. Цифровые измерители параметров цепей с время-импульсным преобразованием. 38. Контурный метод измерения параметров цепей. Куметр: принцип действия, структура, основные характеристики, измерения. 39. Генераторный метод измерения параметров цепей. 40. Панорамные измерители амплитудно-частотных характеристик цепей. 41. Измерение мощности в цепях звуковых и высоких частот. 42. Измерение мощности на СВЧ. Калориметрический, термоэлектрический, терморезистивный ваттметры: принцип действия, погрешности. 43. Анализаторы спектра последовательного действия. 44. Параллельный (одновременный) частотный анализ спектра сигнала. 45. Измерения коэффициента гармоник сигнала. 46. Основные принципы построения измерительных генераторов: гармонических колебаний, импульсных сигналов, колебаний специальной формы. 47. Автоматизация измерений: микропроцессорные СИ, информационно-измерительные системы 48. Метрологическое обеспечение измерений. Структура и функции метрологической службы организации. 49. Система передачи размеров единиц ФВ рабочим СИ. Эталоны, поверочные схемы. 50. Поверка и калибровка СИ. 51. Правовые

Согласована на портале № 20028

основы стандартизации в РФ. Основные положения закона «О стандартизации в Российской Федерации». 52. Цели и принципы стандартизации. 53. Виды и методы стандартизации. 54. Государственная система стандартизации (ГСС). Научная и организационная основа ГСС. 55. Нормативные документы по стандартизации.

3.5 Темы лабораторных работ

- Изучение методов измерения физических величин на примере измерения сопротивления на постоянном токе.
- Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.
- Измерение параметров электрических цепей резонансным методом.
- Поверка средств измерений.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010 — 208 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)

2. Перемитина Т. О. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. — Томск: ТМЦДО, 2009 — 140с.: Библиотека ТУСУР (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Метрология и радиоизмерения: учебник для вузову/ В. И. Нефедов, В. И. Хахин, В. К. Битюков и др.; Ред. В. И. Нефедов. - М.:Высшая школа, 2006. - 525 с.:ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)

2. Эрастов В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие — Томск, Изд-во Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2005 — 266 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 340 экз.)

3. Закон РФ "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 г. №102-ФЗ [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=182748#0

4. Закон РФ "О стандартизации в Российской Федерации" от 29.06.2015г №162-ФЗ [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=200912#0

5. В. Ф. Отчалко, Ю. В. Сваровский, В. Е. Эрастов. Метрология и технические измерения: Учебн. пособие. - Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2007. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В. Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. — Томск: ТМЦДО, 2010 — 52 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

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

3. Отчалко В. Ф., Методические указания по выполнению лабораторных работ — Томск, 2012 [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/metodicheskie-ukazanija-po-vypolneniju-laboratornyh-rabot

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. www.consultant.ru

Согласована на портале № 20028