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 и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль): **Интеллектуальные системы обработки информации и управления**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	26	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Из них в интерактивной форме	12	12	часов
6	Самостоятельная работа	48	48	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: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22721

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от «14» 11 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 12 января 2016 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

ассистент каф. КСУП	_____	К. К. Жаров
доцент каф. КСУП	_____	В. Ф. Отчалко

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 № 22721

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины "Метрология и технические изменения" (МиТИ) 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 и технические измерения» (Б1.Б.9) относится к блоку 1 (базовая часть).

Обеспечивающими дисциплинами являются: Математика, Электротехника и электроника.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика, Робототехнические системы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач;

– ОПК-4 способностью участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** Теоретические основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин.

– **уметь** применять методы и средства измерения электрических и неэлектрических величин; обрабатывать результаты различных измерений с определением требуемых оценок погрешностей.

– **владеть** методами измерения различных физических величин; методами обработки 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
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	26	26
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	12	12
Самостоятельная работа (всего)	48	48
Подготовка к контрольным работам	9	9
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Подготовка к лабораторным работам	6	6
Проработка лекционного материала	16	16
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	9	9

Согласована на портале № 22721

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
3 семестр						
1 Основные термины и определения метрологии.	2	0	0	2	4	ОПК-2, ОПК-4
2 Основы теории погрешностей.	6	0	0	10	16	ОПК-2, ОПК-4
3 Обработка результатов измерений.	4	18	0	18	40	ОПК-2, ОПК-4
4 Методы и средства измерения физических величин.	14	0	16	18	48	ОПК-2, ОПК-4
Итого за семестр	26	18	16	48	108	
Итого	26	18	16	48	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
3 семестр			
1 Основные термины и определения метрологии.	Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Международная система единиц, эталоны физических величин. Классификации видов измерений, методов и средств измерений (СИ). Основные метрологические характеристики СИ.	2	ОПК-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 22721

2 Основы теории погрешностей.	Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические погрешности, их обнаружение, ослабление, исключение. Поправки, введение поправок. Понятие неисключенной систематической погрешности. Случайные погрешности (СП), законы распределения СП, параметры законов распределения СП, оценки этих параметров. Оценки случайных погрешностей (предельные, квантильные, точечные). Нормальное распределение, его особенности и нормирование. Грубые погрешности, их обнаружение и исключение.	6	ОПК-2, ОПК-4
	Итого	6	
3 Обработка результатов измерений.	Правила суммирования погрешностей: систематических, случайных, систематических и случайных. 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 согласно критерию Граббса. Обработка результатов обыкновенных косвенных измерений.	4	ОПК-2, ОПК-4
	Итого	4	
4 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 (генераторные и параметрические).	14	ОПК-2, ОПК-4
	Итого	14	
Итого за семестр		26	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и

Согласована на портале № 22721

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
Обеспечивающие дисциплины				
1 Математика				
2 Электротехника и электроника				
Последующие дисциплины				
1 Преддипломная практика	+	+	+	+
4 Робототехнические системы			+	+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ОПК-4	+	+	+	+	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
3 семестр				
Работа в команде		4		4
Презентации с			4	4

Согласована на портале № 22721

использованием раздаточных материалов с обсуждением				
Презентации с использованием раздаточных материалов с обсуждением	4			4
Итого за семестр:	4	4	4	12
Итого	4	4	4	12

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
3 семестр			
4 Методы и средства измерения физических величин.	Изучение методов измерения физических величин на примере измерения сопротивления на постоянном токе.	4	ОПК-2, ОПК-4
	Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.	4	
	Исследование тензометрических измерительных преобразователей (тензодатчиков).	4	
	Изучение методов измерения реактивных параметров электрических цепей	4	
	Итого	16	
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
3 семестр			
3 Обработка результатов измерений.	Нормирование основной погрешности средства измерения (СИ): классы точности. Правила округления результатов измерения, правила записи	4	ОПК-2, ОПК-4

Согласована на портале № 22721

	результатов измерения. Присвоение класса точности СИ по результатам поверки.		
	Обработка результатов прямых многократных равноточных технических измерений. Устранение промахов по критерию Граббса.	2	
	Нормирование дополнительной погрешности средства измерения. Неисключенные систематические погрешности. Суммирование систематических погрешностей. Суммирование случайных погрешностей. Суммирование систематической и случайной погрешности.	4	
	Обработка результатов обыкновенного косвенного измерения. Линеаризация разложением в ряд Тэйлора. Линеаризация логарифмизацией.	4	
	Методические погрешности. Поправки, введение поправок.	4	
	Итого	18	
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
3 семестр				
1 Основные термины и определения метрологии.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ОПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	2		
2 Основы теории погрешностей.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-2, ОПК-4	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Подготовка к контрольным работам	3		
	Итого	10		
3 Обработка результатов измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-2, ОПК-4	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экза-

Согласована на портале № 22721

	Проработка лекционного материала	6		мен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	18		
4 Методы и средства измерения физических величин.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-4, ОПК-2	Защита отчета, Опрос на занятиях, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	18		
Итого за семестр		48		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		84		

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

Согласована на портале № 22721

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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

3. Измерение электрических и неэлектрических величин : Учебное пособие для вузов / Н. Н. Евтихиев, Я. А. Купершмидт, В. Ф. Папуловский, В. Н. Скугоров; Ред. Н. Н. Евтихиев. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 349[3] с. : ил. - Библиогр.: с. 348. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 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. 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. (пособие по практическим занятиям) (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. УМК, содержащий УМП по практическим занятиям, самостоятельной работе, лабораторным работам. Отчалко В.В., ТУСУР, 2012. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metrologija-standartizacija-i-sertifikacija-fet

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;

Согласована на портале № 22721

– 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 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.

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 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, источник постоянного напряжения серии Б5 - 2 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 ауди-

Согласована на портале № 22721

тория, 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-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 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.

Согласована на портале № 22721

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 № 22721

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 и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль): **Интеллектуальные системы обработки информации и управления**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2018 года

Разработчики:
- ассистент каф. КСУП К. К. Жаров
- доцент каф. КСУП В. Ф. Отчалко

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22721

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
ОПК-2	способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	Должен знать Теоретические основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин.; Должен уметь применять методы и средства измерения электрических и неэлектрических величин; обрабатывать результаты различных измерений с определением требуемых оценок погрешностей.; Должен владеть методами измерения различных физических величин; методами обработки результатов измерений.;
ОПК-4	способностью участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов	

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач.

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

Согласована на портале № 22721

Таблица 3 – 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, в том числе с использованием компьютера	навыками обработки результатов различных измерений и способы их автоматизации с использованием программных средств
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)	• приемы работы со специализированным ПО, позволяющими упростить/автоматизировать вычисления, а также корректно оформить отчет по проделанной работе ;	• проводить обработку результатов измерений при помощи специализированного ПО ;	• навыками работы со специализированным ПО, позволяющим упростить/автоматизировать обработку и оформление результатов 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 ;	• навыками работы с офисными программами, позволяющими упростить/автоматизировать обработку и оформление результатов измерений ;
Удовлетворительно (пороговый	• приемы работы с простейшими програм-	• оформлять результаты измерений при по-	• навыками работы с простейшими програм-

Согласована на портале № 22721

уровень)	мами, позволяющими упростить/автоматизировать вычисления ;	мощи компьютерных программ (расчеты, графики, диаграммы) ;	мами, позволяющими упростить/автоматизировать обработку и оформление результатов измерений ;

2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов.

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	влияние СИ на результат измерения, способы исправления результатов измерений	провести калибровку аналоговых и цифровых СИ в рамках конкретного метода измерения	навыками поверки и калибровки СИ
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 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• обладает знаниями, полученными и подтвержденными в ходе лабораторных работ (учет внутреннего сопротивления, входного импеданса, паразитных емкостей);	• умеет откалибровать различные приборы, пользуясь методикой выполнения измерений и собственным опытом;	• умеет поверять СИ различными методами, может оценить различные метрологические характеристики СИ;
Хорошо (базовый	• обладает знаниями из	• умеет откалибровать	• умеет поверять СИ

Согласована на портале № 22721

уровень)	практических занятий (учет неравноплечности мостовых схем);	простые цифровые приборы, пользуясь методикой выполнения измерений;	путем воздействия образцовой мерой на поверяемый прибор, умеет оценивать варицаию показаний;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• обладает общими знаниями из лекционного курса;	• умеет откалибровать аналоговые приборы под прямым наблюдением;	• умеет поверять СИ путем сличения показаний поверяемого прибора с образцовым, умеет оценивать предел допускаемой основной погрешности поверяемого прибора;

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 погрешностей.

– Прямые однократные, прямые многократные равноточные, косвенные измерения.

– Правила суммирования погрешностей.

– Виды АЦП/ЦАП. Микропроцессорные СИ.

– Обобщённые структурные схемы измерительных приборов прямого и компенсационного преобразования.

– Методы измерения напряжения, силы тока, мощности, параметров цепей, фазового сдвига, частоты сигналов, временных интервалов.

– Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». П

– оверка и калибровка СИ, поверочные схемы и методики поверки. Эталоны единиц ФВ, их виды.

– Основные положения закона РФ «Об основах технического регулирования в РФ». Виды и методы стандартизации.

– Виды стандартов, технические регламенты. Системы и схемы сертификации.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Виды погрешностей измерений. Классификация видов измерений, методов и средств измерений (СИ).

– Основные метрологические характеристики СИ. Классы точности. Основные и дополнительные погрешности СИ.

– Систематические и случайные погрешности, их особенности.

– Суммирование погрешностей.

– Статистическая обработка результатов многократных прямых равноточных технических измерений.

– Определение доверительных границ случайной погрешности.

– Определение погрешностей обыкновенных косвенных измерений.

3.3 Темы контрольных работ

– Оценка погрешности прямых технических однократных измерений. Оценка погрешно-

Согласована на портале № 22721

сти прямых многократных равноточных технических измерений. Оценка погрешности обыкновенных косвенных измерений.

3.4 Экзаменационные вопросы

– 1.1) Измерение. Классификации измерений.
– 1.2) Основные шаги выполнения измерений. Методики выполнения измерений.
– 1.3) Метод измерения. Метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой. Разно-
– видности.
– 1.4) Средства измерения. Классификация.
– 1.5) Основные метрологические характеристики СИ. Нормирование метрологических
– характеристик СИ.
– 1.6) Погрешность измерения. Классификации погрешностей (абсолютные/относитель-
– ные/приведенные, аддитивные/мультипликативные, систематические/случайные/грубые).
– 1.7) Систематические погрешности. Определение, классификация, способы обнаружения.способы устранения.
– измерения, устраняющие/ослабляющие систематические погрешности.
– 1.8) Неисключенные систематические погрешности: определение, источники, Поправка, виды поправок.
– 1.9) Случайные погрешности, их определение Законы распределения случайных погрешностей.Параметры
– законов распределения случайных погрешностей. Оценки случайных погрешностей (точечные, доверитель-
– ные (квантильные), предельные). Переход от точечных оценок к доверительным. Влияние закона распределения на доверительный интервал случайной погрешности.
– 1.14) Нормирование нормального распределения. Поиск доверительной границы нормально распределенной случайной величины при помощи интегральной функции нормированного нормального распределения.
–
– 2.1) Алгоритм обработки результатов прямых однократных технических измерений.
– 2.2) Алгоритм обработки результатов прямых многократных технических равноточных измерений.
– 2.3) Отсеивание промахов при проведении многократных технических равноточных измерений по критерию Граббса.
– 2.4) Алгоритм обработки результатов обыкновенных косвенных измерений.
– 2.5) Обработка результатов многократных косвенных технических измерений. Прием приведения многократных косвенных технических равноточных измерений к многократным прямым техническим равноточным измерениям. 2.6) Сложение систематических погрешностей известного и неизвестного знаков при проведении технических измерений.
– 2.7) Сложение случайных погрешностей при проведении технических измерений.
– 2.8) Идентификация закона распределения случайной величины. Критерий Пирсона.
– 2.9) Сложение систематических и случайных погрешностей при проведении технических
– измерений.
– 2.10) Нормирование основных и дополнительных погрешностей средств измерений.
– Классы точности.
– 2.11) Правила представления результата измерения. Правила округления. Примеры.
–
– 3.1) Сигналы измерительной информации и их информативные параметры. Масштабные
– преобразователи. Уравнение масштабного преобразователя.
– 3.2) Магнитоэлектрические измерительные приборы как разновидность электромехани-

Согласована на портале № 22721

че-
– ских систем. Принцип работы, достоинства, недостатки. Уравнение шкалы, области при-
мене-
– ния. Источники погрешностей.
– 3.3) Компенсаторы постоянного напряжения. Структурная схема, принцип работы, до-
сто-
– инства и недостатки. Источники погрешностей.
– 3.4) Вольтметры переменного напряжения. Преобразователи переменного напряжения в
– постоянное выпрямительного и термоэлектрического типа (детекторы). Достоинства и
– недостатки.
– 3.5) Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием. Структурная схема,
– принцип работы, достоинства и недостатки. Источники погрешностей, устранение по-
грешно-
– ностей.
– 3.6) Цифровые вольтметры с частотно-импульсным преобразованием. Структурная схе-
ма,
– принцип работы, достоинства и недостатки. Источники погрешностей, устранение по-
грешно-
– ностей.
– 3.7) Цифровые вольтметры с двойным интегрирующим преобразованием. Структурная
– схема, принцип работы, достоинства и недостатки. Источники погрешностей, устране-
ние по-
– грешностей.
– 3.8) Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования. Структурная схема,
– принцип работы, достоинства и недостатки. Источники погрешностей, устранение по-
– грешностей.
– 3.9) Универсальный электронно-лучевой осциллограф. Структурная схема, принцип дей-
– ствия, основные характеристики, источники погрешностей.
– 3.10) Осциллографические методы измерения параметров электрических сигналов, их
до-
– стоинства и недостатки. Погрешности осциллографических методов.
– 3.11) Цифровые запоминающие осциллографы. Структурная схема, принцип действия,
– основные характеристики, достоинства и недостатки.
– 3.12) Электронные аналоговые частотомеры. Резонансные частотомеры (в том числе в
– СВЧ-измерениях). Принципы работы, достоинства и недостатки, источники погрешно-
стей.
– 3.13) Цифровые частотомеры. Структурная схема, принцип работы, достоинства и
– недостатки. Источники погрешностей. Сравнительный анализ частотомеров и хроном ет-
ров.
– 3.14) Цифровые измерители временных интервалов (хронометры). Структурная схема,
– принцип работы, достоинства и недостатки. Источники погрешностей. Сравнительный
– анализ хронометров и частотомеров.
– 3.15) Цифровые фазометры с время-импульсным преобразованием. Структурная схема,
– принцип работы, достоинства и недостатки. Источники погрешностей.
– 3.16) Фазометры с промежуточным преобразованием сдвига фаз в напряжение.
– Структурная схема, принцип работы, достоинства и недостатки. Источники погрешно-
стей.
– 3.17) Цифровые фазометры уравновешивающего преобразования. Структурная схема,
– принцип работы, достоинства и недостатки. Источники погрешностей.
– 3.18) Мостовые методы измерения параметров цепей. Виды мостов. Их особенности.
– Области применения.

Согласована на портале № 22721

– 3.19) Контурный метод измерения параметров цепей на примере к уметр а. П ринцип
– действия, структур ная схема , основные характеристики, способы измерения, погреш-
– ности измерений.
– 3.20) Генераторный метод измерения параметров цепей на примере гетеродинного изме-
ри-
– теля параметра цепей. Структурная схема, основные характеристики, погрешности из-
– мерений.
– 3.21) Цифровые измерители параметров цепей с время-импульсным преобразованием.
– Структурная схема, основные характеристики, погрешности измерений.
– 3.22) Структурные схемы измерительных приборов: приборы прямого и уравновеши-
– вающего преобразования. Статические характеристики преобразования, достоинства и
недо-
– статки каждого типа приборов.
– 3.23) Аналогово-цифровое преобразование и цифро-аналоговое преобразование сигна-
лов
– измерительной информации. Погрешность дискретности как методическая погрешность
– представления сигнала в цифровой форме.
– 3.24) Разновидности АЦП: АЦП последовательного счета, поразрядного кодирования,
па-
– раллельного считывания. АЦП развертывающего и следящего типа. АЦП прямого и
уравно-
– вешивающего преобразования.

3.5 Темы лабораторных работ

– Изучение методов измерения физических величин на примере измерения сопротивления на постоянном токе.
– Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.
– Исследование тензометрических измерительных преобразователей (тензодатчиков).
– Изучение методов измерения реактивных
– параметров электрических цепей

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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

3. Измерение электрических и неэлектрических величин : Учебное пособие для вузов / Н. Н. Евтихиев, Я. А. Купершмидт, В. Ф. Папуловский, В. Н. Скугоров; Ред. Н. Н. Евтихиев. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 349[3] с. : ил. - Библиогр.: с. 348. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 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.)

Согласована на портале № 22721

3. 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. (пособие по практическим занятиям) (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)
2. УМК, содержащий УМП по практическим занятиям, самостоятельной работе, лабораторным работам. Отчалко В.В., ТУСУР, 2012. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metrologija-standartizacija-i-sertifikacija-fet

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. www.consultant.ru

Согласована на портале № 22721