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 радиоизмерения

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	17	17	часов
2	Практические занятия	17	17	часов
3	Лабораторные занятия	17	17	часов
4	Всего аудиторных занятий	51	51	часов
5	Самостоятельная работа	21	21	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е

Зачет: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11582

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «16» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент, к.т.н. каф. КСУП _____ Отчалко В. Ф.

Заведующий обеспечивающей каф. КСУП _____ Шурыгин Ю. А.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

доцент, к.т.н. каф. КСУП, ТУСУР _____ Хабибулина Н. Ю.

Согласована на портале № 11582

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Метрология и радиоизмерения» (МиРИ) является обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей 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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология и радиоизмерения» (Б1.Б.12) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Основы теории цепей, Радиотехнические цепи и сигналы, Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа, Системы управления и контроля космических аппаратов, Устройства генерирования и формирования сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные методы измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов, оценки их точности.

– **уметь** использовать основные приемы обработки экспериментальных данных

– **владеть** методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радио-технических цепей и сигналов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	51	51
Лекции	17	17
Практические занятия	17	17
Лабораторные занятия	17	17
Самостоятельная работа (всего)	21	21
Оформление отчетов по лабораторным работам	6	6
Проработка лекционного материала	3	3
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	4
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость ч	72	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	2.0	2.0

Согласована на портале № 11582

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
6 семестр						
1 Основы метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений	8	6	4	6	24	ОПК-6
2 Методы и средства измерения физических вели-чин.	8	10	12	10	40	ОПК-6
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	1	1	1	5	8	ОПК-6
Итого за семестр	17	17	17	21	72	
Итого	17	17	17	21	72	

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
6 семестр			
1 Основы метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений	Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Классификации видов измерений, методов и средств измерений (СИ). Основные метрологические характеристики СИ. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов прямых однократных технических измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ. Обработка результатов многократных	8	ОПК-6

Согласована на портале № 11582

	равноточных измерений. Обработка результатов косвенных измерений.		
	Итого	8	
2 Методы и средства измерения физических вели-чин.	Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Принципы построения цифровых СИ. Методы и средства измерения напряжения, тока и мощности. Измерение параметров цепей. Исследование формы сигнала. Осцилло-графические измерения. Измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Анализ спектра и параметров сложных сигналов. Автоматизация измерений	8	ОПК-6
	Итого	8	
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Понятие метрологического обеспечения (МО). Понятие «единство измерений». Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Сферы государст-венного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ). Обязательные требования к измерениям, средствам измерений, методикам выполнения измерений, едини-цам ФВ. Формы ГРОЕИ. Система воспроизведения единиц ФВ и передачи их размера всем средствам измерений. Эта-лоны, виды эталонов. Поверка и калибровка СИ. Поверочные схемы и методики поверки. Государственный метроло-гический надзор	1	ОПК-6
	Итого	1	
Итого за семестр		17	

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 представ-лены 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
Предшествующие дисциплины			
1 Основы теории цепей		+	+
2 Радиотехнические цепи и сигналы		+	+
3 Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике	+		

Согласована на портале № 11582

Последующие дисциплины			
1 Научно-исследовательская работа	+	+	+
2 Системы управления и контроля космических аппаратов	+	+	+
3 Устройства генерирования и формирования сигналов	+	+	+

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 занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основы метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений	Измерение сопротивления на постоянном токе.	4	ОПК-6
	Итого	4	
2 Методы и средства измерения физических вели-чин.	Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.	4	ОПК-6
	Исследование цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием.	4	
	Измерение разности фаз электрических сигналов.	4	

Согласована на портале № 11582

	Итого	12	
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Поверка СИ.	1	ОПК-6
	Итого	1	
Итого за семестр		17	

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Темака практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основы метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений	Методические систематические погрешности. Введение поправок. Масштабные преобразователи.Контрольная работа (КР1).	2	ОПК-6
	Правила суммирования погрешностей.	2	
	Случайные погрешности. Доверительный интервал погрешности.	2	
	Итого	6	
2 Методы и средства измерения физических вели-чин.	Погрешности средств измерений, их нормирование. Основные и дополнительные погрешности. Классы точности. Обработка однократный прямых измерений.Контрольная работа (КР2).	2	ОПК-6
	Обработка многократных равно точных измерений. Контрольная работа (КР3).	2	
	Обработка результатов косвенных измерений.Контрольная работа (КР4).	2	
	Измерение параметров электрических цепей. Мостовые измерения. Метод амперметра-вольтметра.	2	
	Измерение спектра сигналов. Осциллографические измерения.	2	
	Итого	10	
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Поверка и калибровка средств измерений. Основы обеспечения единства измерений. Контрольная работа (КР5).	1	ОПК-6
	Итого	1	

Согласована на портале № 11582

Итого за семестр		17	

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
6 семестр				
1 Основы метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6	Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
2 Методы и средства измерения физических вели-чин.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6	Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	10		
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-6	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	5		
Итого за семестр		21		
Итого		21		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Положения закона РФ "Об обеспечении единства измерений". Сферы ГРОЕИ.
2. Основы метрологического обеспечения.
3. Обязательные требования к измерениям, СИ, методикам выполнения измерений, единицам ФВ.
4. Поверка и калибровка СИ.

Согласована на портале № 11582

5. Система воспроизведения единиц ФВ и передачи их размера рабочим СИ. Эталоны, виды эталонов.
6. Анализ спектра сигналов.
7. Измерение параметров цепей.

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
6 семестр				
Выступление (доклад) на занятии			10	10
Контрольная работа	16	8	16	40
Опрос на занятиях	1	2	2	5
Отчет по лабораторной работе		15	30	45
Итого максимум за период	17	25	58	100
Нарастающим итогом	17	42	100	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)

Согласована на портале № 11582

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: Учеб. пособие. - Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. - 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)
2. Технические измерения и приборы: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Ю.Шишмарев. – М.: Академия, 2010. – 384с. (11 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2005. – 266 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 340 экз.)
2. Метрология и радиоизмерения: Учебник для вузов/ В.И. Нефедов, В.И. Хахин, В.К. Битюков и др.; Ред. В.И. Нефёдов. – М.: Высшая школа, 2006. – 525 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)
3. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. №102-ФЗ. . [Электронный ресурс]. - http://infom.metrologu.ru/zakonodatelstvo/zakony/federalnyy-zakon-ob-obespechenii-edinstva-izmereniy.html

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2010.-52с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
2. Измерительная техника и датчики: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам / Отчалко В. Ф. - 2016. 78 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/6629.
3. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2010.-52с.: Пособие по практике: стр.10-18, 20-29. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
4. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2010.-52с.: Пособие по самостоятельной работе: стр.9-10, 18-19, 29-30. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

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. new kcup.tusur.ru

Согласована на портале № 11582

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 занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. XXX. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 212 Состав оборудования: Учебная мебель; маркерная доска, 8 (до 24 студентов) рабочих мест с набором измерительной и вспомогательной апппаратуры в соответствии с выполняемыми лабораторными работами. Имеется помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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, 47, 1 этаж, ауд. 126. 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

Согласована на портале № 11582

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.

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 № 11582

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 радиоизмерения

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- доцент, к.т.н. каф. КСУП Отчалко В. Ф.

Зачет: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11582

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-6	готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Должен знать основные методы измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов, оценки их точности.; Должен уметь использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; Должен владеть методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радио-технических цепей и сигналов. ;

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-6

ОПК-6: готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

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 № 11582

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	теоретические основы метрологии, методы измерений физических величин; основные методы измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов, оценки их точности; современные тенденции развития измерительной техники	использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; учитывать современные тенденции развития электроники и измерительной техники в своей профессиональной деятельности	методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов, навыками применения современной измерительной техники..
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;

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)	• Анализирует связи между различными разделами и понятиями метрологии. Обосновывает выбор метода и план решения измерительной задачи. Представляет методы измерений различных ФВ, устройство, способы и результаты использования современных средств измерений для получения экспериментальных данных. Знает приемы обработки и представления экспериментальных	• Свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях. Грамотно выбирает СИ для решения достаточно сложных измерительных задач. Легко применяет усвоенный материал, в том числе для решения нетривиальных задач. Самостоятельно планирует, организовывает и проводит сбор экспериментальных данных. Свободно применяет приемы и методы обработки и представления	• Способен руководить междисциплинарной командой. Уверенно владеет навыками измерений различных ФВ, навыками использования сложных СИ для измерений, уверенно обрабатывает результаты измерений. . Свободно оперирует информацией о современных тенденциях развития измерительной техники при получении, обработке и представлении экспериментальных данных ;

Согласована на портале № 11582

	данных. Представляет способы и результаты использования тенденций развития измерительной техники и информационных технологий при решении профессиональных задач. ;	экспериментальных данных. ;	
Хорошо (базовый уровень)	• Понимает связи между различными разделами и понятиями метрологии. Аргументирует выбор метода и план решения измерительной задачи. Понимает основные методы измерений ФВ, представляет принципы действия средств измерений . Понимает основные тенденции развития измерительной техники и способы применения этой информации. Знает основные приемы обработки и представления экспериментальных данных ;	• Самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимые СИ. Применяет адекватные методы решения задач в незнакомых ситуациях. Умеет корректно выбирать и использовать СИ для решения стандартных задач. Применяет полученный уровень знаний для продолжения изучения дисциплины с целью повышения квалификации. Умеет использовать информацию о тенденциях развития измерительной техники для решения стандартных задач профессиональной деятельности ;	• Критически осмысливает полученные знания. Компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде), Владеет навыками измерений различными СИ, стандартными методами обработки результатов измерений при решении стандартных задач профессиональной деятельности Оперирует информацией о тенденциях развития измерительной техники ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Дает определения основных понятий метрологии. Воспроизводит основные методы обработки результатов измерений. Знает основные методы решения стандартных измерительных задач и ; • умеет их применять на практике. Знает методы измерений ФВ в объеме, позволяющем выполнять простые измерения ;	• Использует СИ в соответствии с утвержденными методиками выполнения измерений (МВИ). Умеет представлять результаты измерений Применяет знания в области развития измерительной техники при решении стандартных профессиональных задач ;	• Владеет метрологической терминологией, навыками инструментальных измерений различными СИ, типовой обработкой результатов измерений в соответствии с МВИ. Способен корректно представить результаты измерений Оперирует информацией о тенденциях развития измерительной техники при решении простых

Согласована на портале № 11582

			задач. ;

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 Темы опросов на занятиях

– Основные термины и понятия метрологии. Классификация погрешностей. Обработка результатов измерений. Методы и приборы для измерений физических величин. Основы метрологического обеспечения измерений.

3.2 Темы докладов

– Цифровые запоминающие осциллографы. Анализ спектра сигналов (последовательный и параллельный). Методы измерения мощности (в том числе на СВЧ). Особенности измерений на СВЧ. Измерения параметров цепей.

3.3 Темы контрольных работ

– Темы контрольных работ (по 0,5 час): 1).Методические систематические погрешности. Введение поправок. 2).Погрешности средств измерения. 3). Обработка результатов многократных равноточных измерений. 4). Обработка результатов косвенных измерений. Темы контрольных работ (по 1 час): 1). Метрологическое обеспечение (обеспечение единства измерений).

3.4 Темы лабораторных работ

– Измерение сопротивления на постоянном токе.
– Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.
– Исследование цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием.
– Измерение разности фаз электрических сигналов.
– Поверка СИ.

3.5 Зачёт

– Зачет выставляется при выполнении на положительную оценку 5-ти контрольных работ и выполнении и защите 3-х лабораторных работ при наборе не менее 60 баллов в рейтинговой системе. Зачет для неуспевающих студентов заключается в успешном повторном выполнении указанных выше контрольных заданий.

– КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ по дисциплине «Метрология и радиоизмерения ». 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 характеристики. 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. Правила суммирования погрешностей (неисключённые остатки систематических погрешностей и случайные погрешности). 9. Погрешности средств измерения (СИ), виды их нормирования. Обработка результатов прямых однократных измерений. 10. Определение результата и погрешности косвенных измерений. 11. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений. Идентификация закона распределения случайной величины. Критерий Пирсона. 12. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств. 13. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы. 14. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщённые структурные схемы. Виды детекторов. 15. Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием. 16. Цифровые вольтметры, использующие метод двойного интегрирования. 17. Цифровые интегрирующие вольтметры (с частотно импульсным преобразованием). 18. Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования. 19. Структура и принцип действия универсального электронного осциллографа. Основные характеристики осциллографа. 20. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений. 21. Цифровые запоминающие осциллографы. 22. Цифровые частотомеры. Измерение

Согласована на портале № 11582

временных интервалов. 23. Цифровые фазометры с время- импульсным преобразованием. 24. Мостовые методы измерения параметров цепей. Виды мостов. Их особенности. Области применения. 25. Цифровые измерители параметров цепей (с предварительным преобразованием параметра в напряжение, с время-импульсным преобразованием, с применением метода амперметра-вольтметра). 26. Панорамные измерители амплитудно-частотных характеристик цепей. 27. Измерение мощности сигналов (в том числе на СВЧ). 28. .Анализ спектра сигналов (последовательный и параллельный анализ) 29. Автоматизация измерений: Микропроцессорные СИ, информационно-измерительные системы. 30. Метрологическое обеспечение измерений (МО). Метрологические службы. Состав, задачи, полномочия служб. 31. Система передачи размеров единиц ФВ рабочим СИ. Эталоны, поверочные схемы. 32. Поверка и калибровка СИ.

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: Учеб. пособие. - Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. - 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)
2. Технические измерения и приборы: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Ю.Шишмарев. – М.: Академия, 2010. – 384с. (11 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2005. – 266 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 340 экз.)
2. Метрология и радиоизмерения: Учебник для вузов/ В.И. Нефедов, В.И. Хахин, В.К. Битюков и др.; Ред. В.И. Нефёдов. – М.: Высшая школа, 2006. – 525 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)
3. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. №102-ФЗ. . [Электронный ресурс]. - http://infom.metrologu.ru/zakonodatelstvo/zakony/federalnyy-zakon-ob-obespechenii-edinstva-izmereniy.html

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2010.-52с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
2. Измерительная техника и датчики: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам / Отчалко В. Ф. - 2016. 78 с. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/6629.
3. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2010.-52с.: Пособие по практике: стр.10-18, 20-29. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
4. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2010.-52с.: Пособие по самостоятельной работе: стр.9-10, 18-19, 29-30. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. new kcup.tusur.ru

Согласована на портале № 11582