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 - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	8	8	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	40	40	часов
5	Из них в интерактивной форме	11	11	часов
6	Самостоятельная работа	32	32	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12531

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) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

ассистент каф. КСУП _____ Жаров К. К.

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. СВЧиКР _____ Шарангович С. Н.

Эксперты:

профессор кафедра КСУП _____ Зюзьков В. М.

Согласована на портале № 12531

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

– 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 радиоизмерения» (Б1.Б.16) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Измерения в СВЧ микроэлектронике, Математический анализ, Теория вероятностей и математическая статистика, Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ, Физика.

Последующими дисциплинами являются: .

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-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

– ПК-5 способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;

В результате изучения дисциплины студент должен:

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

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

– **владеть** методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	40	40
Лекции	16	16
Практические занятия	8	8
Лабораторные занятия	16	16
Из них в интерактивной форме	11	11
Самостоятельная работа (всего)	32	32
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	6

Согласована на портале № 12531

Всего (без экзамена)	72	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3.0	3.0

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
7 семестр						
1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	4	4	0	4	12	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
2 Обработка результатов измерений.	4	4	4	8	20	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	1	0	4	6	11	ОПК-5, ПК-5
4 Основы стандартизации и сертификации.	1	0	0	2	3	ОПК-5, ПК-5
5 Методы и средства измерения физических величин.	6	0	8	12	26	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
Итого за семестр	16	8	16	32	72	
Итого	16	8	16	32	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
7 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	4	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5

Согласована на портале № 12531

	характеристики СИ. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности, их особенности.		
	Итого	4	
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.	4	ОПК-5, ПК-5
	Итого	4	
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. Формы ГРОЕИ. 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.	1	ОПК-5, ПК-5
	Итого	1	
4 Основы стандартизации и сертификации.	Основные положения закона РФ "О техническом регулировании". Технические регламенты. Научные, правовые, организационные основы стандартизации. 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. Определение понятия "подтверждение соответствия". Обязательное и добровольное	1	ОПК-5, ПК-5

Согласована на портале № 12531

	подтверждение соответствия. Обязательное и добровольное подтверждение соответствия. Основные цели и объекты сертификации. Системы и схемы сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.		
	Итого	1	
5 Методы и средства измерения физических величин.	Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Принципы построения цифровых СИ. Методы и средства измерения напряжения, тока и мощности. Измерение параметров цепей. Исследование формы сигнала. Осциллографические измерения. Измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Датчики.	6	ОПК-7, ПК-5
	Итого	6	
Итого за семестр		16	

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	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Математический анализ		+			
2 Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+		
3 Физика	+	+			+
Последующие дисциплины					
1 Измерения в СВЧ микроэлектронике	+	+			+
2 Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ	+	+			+

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 12531

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях
ОПК-7	+	+			Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
ПК-5	+		+		Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, 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
7 семестр				
Работа в команде		4		4
Презентации с использованием раздаточных материалов с обсуждением	3			3
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением			4	4
Итого за семестр:	3	4	4	11
Итого	3	4	4	11

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 12531

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

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

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	Методические систематические погрешности. Введение поправок. Введение поправок.	2	ОПК-5, ОПК-7
	Правила суммирования погрешностей. Обработка результатов прямых однократных измерений. Погрешности СИ.	2	
	Итого	4	
2 Обработка результатов измерений.	Случайные погрешности. Алгоритм обработки результатов многократных равноточных измерений.	2	ОПК-5, ОПК-7
	Косвенные измерения. Алгоритм обработки результатов обыкновенных косвенных измерений.	2	
	Итого	4	

Согласована на портале № 12531

Итого за семестр		8	

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
7 семестр				
1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Обработка результатов измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5	Защита отчета, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-5	Защита отчета, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
4 Основы стандартизации и сертификации.	Проработка лекционного материала	2		Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	2		
5 Методы и средства измерения физических величин.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5	Защита отчета, Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
Итого за семестр		32		

Согласована на портале № 12531

	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		68		

10. Курсовая работа

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
7 семестр				
Защита отчета		10	10	20
Компонент своевременности		10	10	20
Контрольная работа	6	7	7	20
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Итого максимум за период	6	32	32	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	6	38	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	

Согласована на портале № 12531

	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. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие/ К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б. Я. Литвинов. - СПБ.:Питер, 2006. - 368с: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
3. 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.)
4. Сергеев А. Г., Крохин В. В. Метролгия: учеб. пособие для вузов. - М.:Логос, 2000. - 408 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)
5. 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
6. Закон РФ "О техническом регулировании" от 27.12.2002 №184-ФЗ [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=196382#0
7. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов/ Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов — 2-е издание, дополненное — М,:Высшая школа, 2006 — 799с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
8. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. — Томск: ТМЦДО, 1999. — 178с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 63 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]. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metrologija-i-radioizmerenija-rtf

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.

Согласована на портале № 12531

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

Помещение лаборатории метрологии и измерительной техники (аудитория 212 корпуса ФЭТ).

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Помещение лаборатории метрологии и измерительной техники (аудитория 212 корпуса ФЭТ).

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Оборудование лаборатории метрологии и измерительной техники (аудитория 212 корпуса ФЭТ).

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Помещение лаборатории метрологии и измерительной техники (аудитория 212 корпуса ФЭТ).

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	Формы контроля и оценки

Согласована на портале № 12531

	средств	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 № 12531

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 - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2014 года

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

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12531

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-5	способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Должен знать Основные методы измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов, оценки их надежности и точности.; Должен уметь использовать основные приемы обработки экспериментальных данных.; Должен владеть методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов.;
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной 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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-5

ПК-5: способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.

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

Согласована на портале № 12531

представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные типы исходных метрологических данных и приемов для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	выбрать подходящие по метрологическим требованиям приемы сбора и анализа исходных данных и методики расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	основными метрологическими приемами и методиками сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • 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 основные и дополнительные типы и классификации исходных метрологических данных, приемов для расчета, анализа и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем с учетом области	• Умеет выбрать подходящие и/или оптимальные по метрологическим требованиям приемы сбора и анализа исходных данных и методики расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, руководствуясь	• Владеет основными и дополнительными метрологическими приемами и методиками сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем с учетом сферы специализации, умеет

Согласована на портале № 12531

	специализации.;	своим опытом.;	выбрать подходящий для данной ситауции.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные типы и классификации исходных метрологических данных, приемов для расчета, анализа и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.;	• Умеет выбрать подходящие по метрологическим требованиям приемы сбора и анализа исходных данных и методики расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, руководствуясь общими рекомендациями.;	• Владеет основными метрологическими приемами и методиками сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, умеет выбрать подходящие для данного типа ситуаций.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает некоторые базовые типы и классификации исходных метрологических данных, приемов для расчета, анализа и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.;	• Умеет выбрать не противоречащие по метрологическим требованиям приемы сбора и анализа исходных данных и методики расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, руководствуясь примерами/рекомендациями по применению.;	• Владеет наиболее часто применяющимися метрологическими приемами и методиками сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.;

2.2 Компетенция ОПК-7

ОПК-7: способностью 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 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные метрологические тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	выбрать и использовать приемы и методы согласно современным метрологическим тенденциям развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	основными метрологическими приемами современных метрологических тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

Согласована на портале № 12531

Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• 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)	• Использует знания о о современных тенденциях развития измерительной техники в своей профессиональной деятельности.;	• Использует различные перспективные приемы и методы работы согласно современным метрологическим тенденциям развития измерительной техники, прогнозирует свои действия.;	• Владеет различными метрологическими приемами, основанными на современных метрологических тенденциях развития измерительной техники в своей профессиональной деятельности и смежных областях.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты о современных тенденциях развития измерительной техники в своей профессиональной деятельности.;	• Использует основные перспективные приемы и методы работы согласно современным метрологическим тенденциям развития измерительной техники.;	• Владеет основными и дополнительными метрологическими приемами, основанными на современных метрологических тенденциях развития измерительной техники в своей профессиональной деятельности.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями о современных	• Использует некоторые перспективные приемы	• Владеет некоторыми метрологическими приемами,

Согласована на портале № 12531

	тенденциях развития измерительной техники в своей профессиональной деятельности.;	и методы работы согласно современным метрологическим тенденциям развития измерительной техники.;	основанными на современных метрологических тенденциях развития измерительной техники в своей профессиональной деятельности.;

2.3 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 7.

Таблица 7 – 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 занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • 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	• Знать различные	• Обладает	• Способен

Согласована на портале № 12531

(высокий уровень)	приемы обработки и представления результатов измерений в области специализации и смежных областях.;	различными умениями по обработке экспериментальных измерительных данных в области специализации и смежных областях.;	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 измерений (прямых/косвенных, однократных/многократных); требования к метрологически корректному представлению результата измерения.;	• Обладает базовыми умениями по обработке результатов наиболее часто встречающихся измерений.;	• Способен обрабатывать простые экспериментальные данные под наблюдением.;

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 «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.

Согласована на портале № 12531

3.3 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 основы стандартизации в РФ. Основные положения закона «Об основах технического регулирования в РФ». 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. 56. Подтверждение соответствия. Цели, принципы, объекты и формы подтверждения соответствия. 57. Добровольное подтверждение соответствия (добровольная сертификация). 58. Обязательное

Согласована на портале № 12531

подтверждение соответствия. Объекты и формы обязательного подтверждения соответствия. 59. Обязательная сертификация. 60. Декларирование соответствия. 61. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований нормативных документов. 62. Ответственность и процедуры, применяемые в случаях несоответствия требованиям нормативных документов.

3.4 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 косвенного технического однократного измерения.
- Суммирование погрешностей.

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

3. 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.)

4. Сергеев А. Г., Крохин В. В. Метролгия: учеб. пособие для вузов. - М.:Логос, 2000. - 408 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

5. 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

6. Закон РФ "О техническом регулировании" от 27.12.2002 №184-ФЗ [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=196382#0

7. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов/ Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов — 2-е издание, дополненное — М,:Высшая школа, 2006 — 799с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

8. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. — Томск: ТМЦДО, 1999. — 178с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 63 экз.)

Согласована на портале № 12531

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]. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metrologija-i-radioizmerenija-rtf

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. www.consultant.ru

Согласована на портале № 12531