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): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	8	8	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
5	Из них в интерактивной форме	8	8	часов
6	Самостоятельная работа	36	36	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: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22736

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) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 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 ЗиВФ	_____	И. В. Осипов
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперт:

профессор каф. КСУП	_____	В. М. Зюзьков

Согласована на портале № 22736

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 и способов обработки результатов измерений.

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: Математический анализ, Основы теории цепей.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование радиотехнических систем, Радиотехнические системы.

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** Студент должен 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
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	16	16
Практические занятия	8	8
Лабораторные работы	12	12
Из них в интерактивной форме	8	8
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Подготовка к лабораторным работам	6	6
Проработка лекционного материала	4	4
Самостоятельное изучение тем (вопросов)	8	8

Согласована на портале № 22736

теоретической части курса		
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	6
Всего (без экзамена)	72	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	108	108
Зачетные Единицы	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
6 семестр						
1 Основы метрологии. Основные термины и понятия.	2	1	0	3	6	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
2 Основы теории погрешностей.	4	0	0	5	9	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
3 Обработка результатов измерений.	6	7	0	9	22	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
4 Методы и средства измерения физических величин.	4	0	12	19	35	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
Итого за семестр	16	8	12	36	72	
Итого	16	8	12	36	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. Основные термины и понятия.	Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Классификации видов измерений, методов и средств измерений (СИ). Основные метрологические характеристики СИ.	2	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5

Согласована на портале № 22736

	Итого	2	
2 Основы теории погрешностей.	Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности, их особенности, способы обнаружения и уменьшения влияния. Обнаружение и исключение промахов.	4	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
	Итого	4	
3 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.	6	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
	Итого	6	
4 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.	4	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
	Итого	4	
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 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
Предшествующие дисциплины				
1 Математический анализ	+	+	+	
2 Основы теории цепей				+
Последующие дисциплины				
1 Проектирование радиотехнических систем	+	+	+	+
2 Радиотехнические системы	+	+	+	+

Согласована на портале № 22736

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-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ОПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, 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
6 семестр				
Презентации с использованием раздаточных материалов с обсуждением	2	2	4	8
Итого за семестр:	2	2	4	8
Итого	2	2	4	8

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 22736

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
4 Методы и средства измерения физических величин.	Измерение параметров электрических цепей резонансным методом.	4	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
	Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.	4	
	Измерение разности фаз электрических сигналов.	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основы метрологии. Основные термины и понятия.	Методические систематические погрешности. Введение поправок.	1	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
	Итого	1	
3 Обработка результатов измерений.	Нормирование основной погрешности СИ: классы точности измерительных приборов.	2	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5
	Нормирование дополнительных погрешностей. Правила суммирования погрешностей. Обработка результатов прямых однократных измерений.	2	
	Обработка результатов многократных прямых равноточных технических измерений. Обработка результатов обыкновенных косвенных измерений.	3	
	Итого	7	
Итого за семестр		8	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 22736

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. Основные термины и понятия.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Основы теории погрешностей.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Итого	5		
3 Обработка результатов измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	9		
4 Методы и средства измерения физических величин.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-5, ОПК-7, ПК-5	Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	19		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		72		

Согласована на портале № 22736

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

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 - 62 экз.)
2. 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 - 45 экз.)
3. 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.)

12.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. — Томск: ТМЦДО, 1999. — 178с (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное методическое пособие / В. Ф. Отчалко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра электронных средств автоматизации и управления . - Томск : ТМЦДО, 2010. - 52 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
2. УМК "Метрология и радиоизмерения", содержит УМП по самостоятельной работе, практическим занятиям, лабораторной работе. В. Ф. Отчалко, Томск:ТУСУР, 2012. [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.

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

Согласована на портале № 22736

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 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, пере-

Согласована на портале № 22736

чень 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 № 22736

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): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2013 года

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

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22736

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-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	Должен знать Основные методы измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов, оценки их надежности и точности. ; Должен уметь Студент 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	
ПК-5	способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	

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-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 3.

Согласована на портале № 22736

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	теоретические основы метрологии, правила представления результата измерения	применять методы и средства измерения физических величин; представлять результат измерения в метрологически корректной форме.	методами обработки и оценки погрешности результатов измерений, методами представления результата измерения.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • 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)	• Знать различные приемы обработки и представления результатов измерений в области специализации и смежных областях. ;	• Обладает различными умениями по обработке экспериментальных измерительных данных в области специализации и смежных областях.;	• Способен самостоятельно обработать различные экспериментальные данные. ;
Хорошо (базовый уровень)	• знать наиболее часто встречающиеся алгоритмы обработки результатов измерений в пределах области специализации. ;	• Обладает базовыми и дополнительными умениями по обработке экспериментальных измерительных данных в области специализации. ;	• Способен самостоятельно обработать ряд экспериментальных данных невысокой и средней сложности обработки. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные метрологические алгоритмы обработки результатов технических равноточных измерений (прямых/косвенных, од-	• Обладает базовыми умениями по обработке результатов наиболее часто встречающихся измерений. ;	• Способен обрабатывать простые экспериментальные данные под наблюдением. ;

Согласована на портале № 22736

	нократных/многократных); требования к метрологически корректному представлению результата измерения. ;		

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
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; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • 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)	• Использует знания о о современных тенденциях развития измерительной техники в сво-	• Использует различные перспективные приемы и методы работы согласно современ-	• Владеет различными метрологическими приемами, основанными на современных метроло-

Согласована на портале № 22736

	ей профессиональной деятельности. ;	ным метрологическим тенденциям развития измерительной техники, прогнозирует свои действия.;	гических 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 тенденциях развития измерительной техники в своей профессиональной деятельности. ;	• Использует некоторые перспективные приемы и методы работы согласно современным метрологическим тенденциям развития измерительной техники.;	• Владеет некоторыми метрологическими приемами, основанными на современных метрологических тенденциях развития измерительной техники в своей профессиональной деятельности. ;

2.3 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 представлены в таблице 7.

Таблица 7 – 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 рабо-	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные рабо-	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 22736

	ты; • Лекции; • Самостоятельная работа;	ты; • Лекции; • Самостоятельная работа;	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

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

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• 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 специализации. ;	• 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 своим опытом. ;	• 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 выбрать подходящий для данной ситуации.;
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. ;

Согласована на портале № 22736

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 понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Классификации видов измерений, методов и средств измерений (СИ). Основные метрологические характеристики СИ.

– Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности, их особенности, способы обнаружения и уменьшения влияния. Обнаружение и исключение промахов.

– 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.

3.2 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:

Согласована на портале № 22736

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

3.3 Темы контрольных работ

– Оценка погрешности прямого однократного технического измерения. Оценка погрешности прямых многократных равноточных статических измерений. Оценка погрешности обыкновенного косвенного измерения.

3.4 Темы лабораторных работ

– Измерение параметров электрических цепей резонансным методом.
– Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.
– Измерение разности фаз электрических сигналов.

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 - 62 экз.)

2. 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 - 45 экз.)

3. 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.)

4.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. — Томск: ТМЦДО, 1999. — 178с (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное методическое пособие / В. Ф. Отчалко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра электронных средств автоматизации и управления . - Томск : ТМЦДО, 2010. - 52 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

2. УМК "Метрология и радиоизмерения", содержит УМП по самостоятельной работе, практическим занятиям, лабораторной работе. В. Ф. Отчалко, Томск:ТУСУР, 2012. [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 № 22736