

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль): **Оптические системы и сети связи**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**

Курс: **3, 4**

Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	4		4	часов
2	Практические занятия	2	2	4	часов
3	Лабораторные работы		8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	6	10	16	часов
5	Самостоятельная работа	30	89	119	часов
6	Всего (без экзамена)	36	99	135	часов
7	Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
8	Общая трудоемкость	36	108	144	часов
		1.0	3.0	4.0	З.Е

Контрольные работы: 7 семестр - 1

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол № _____.

Разработчик:

ассистент каф. КСУП

_____ К. К. Жаров

Заведующий обеспечивающей каф.

КСУП

_____ Ю. А. Шурыгин

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

Декан ЗиВФ

_____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.

СВЧиКР

_____ С. Н. Шарангович

Эксперты:

профессор кафедра КСУП

_____ В. М. Зюзьков

профессор кафедра СВЧиКР

_____ А. Е. Мандель

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины "Метрология и технические измерения" является обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

1.2. Задачи дисциплины

– Основными задачами дисциплины является изучение теоретических основ метрологии, положений теории погрешностей, современных методов и средств измерения физических величин, способов обработки результатов измерений, изучение системы обеспечения единства измерений и основ стандартизации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология и технические измерения» (Б1.Б.11) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теория вероятностей и математическая статистика, Физика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-6 способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;
- ПК-14 умением осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам;
- ПК-18 способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов;

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 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		6 семестр	7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	16	6	10
Лекции	4	4	
Практические занятия	4	2	2
Лабораторные работы	8		8
Самостоятельная работа (всего)	119	30	89
Оформление отчетов по лабораторным работам	8		8
Проработка лекционного материала	6	6	
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	60	22	38
Подготовка к практическим занятиям,	5	2	3

семинарам			
Выполнение контрольных работ	40		40
Всего (без экзамена)	135	36	99
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость ч	144	36	108
Зачетные Единицы	4.0	1.0	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 теории погрешностей. Обработка результатов измерений.	1	2	4	10	17	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
2 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	1	0	0	8	9	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
3 Основы стандартизации и сертификации.	1	0	0	5	6	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
4 Методы и средства измерения физических величин.	1	0	4	7	12	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
Итого за семестр	4	2	8	30	44	
7 семестр						
5 Обработка результатов измерений.	0	2	0	66	68	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
6 Методы и средства измерения физических величин.	0	0	8	23	31	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
Итого за семестр	0	2	8	89	99	
Итого	4	4	16	119	143	

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 теории погрешностей. Обработка результатов измерений.	Основные понятия, термины и определения метрологии. Классификации видов измерений, методов и средств измерений (СИ). Основные метрологические характеристики СИ. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности, их особенности. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов прямых однократных измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ. Обработка результатов многократных равноточных измерений. Идентификация закона распределения опытных данных. Критерий Пирсона. Устранение промахов. Обработка результатов косвенных измерений.	1	ОПК-6, ПК-18
	Итого	1	
2 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Понятие метрологического 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	ПК-14, ПК-18
	Итого	1	
3 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". Обязатель-	1	ПК-14, ПК-18

	ное и добровольное подтверждение соответствия. Обязательное и добровольное подтверждение соответствия. Основные цели и объекты сертификации. Системы и схемы сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.		
	Итого	1	
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. Датчики.	1	ОПК-6, ПК-18
	Итого	1	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Теория вероятностей и математическая статистика	+		+			
2 Физика	+			+		+

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-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-14	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-18	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

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 теории погрешностей. Обработка результатов измерений.	Измерение параметров электрических цепей резонансным методом.	4	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
	Итого	4	
4 Методы и средства измерения физических величин.	Изучение методов измерения физических величин на примере измерения сопротивления на постоянном токе.	4	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
	Итого	4	
Итого за семестр		8	
7 семестр			
6 Методы и средства измерения физических величин.	Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.	4	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
	Поверка средств измерений.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основы теории погрешностей. Обработка результатов измерений.	Алгоритм обработки результатов прямых однократных технических измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей прибора.	2	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
7 семестр			
5 Обработка результатов измерений.	Алгоритм обработки результатов прямых многократных равноточных технических измерений. Исключение промахов по критерию Граббса.	2	ОПК-6, ПК-14, ПК-18
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		4	

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 теории погрешностей. Обработка результатов измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6, ПК-14, ПК-18	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
2 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-6, ПК-18	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		

	Итого	8		
3 Основы стандартизации и сертификации.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОПК-6, ПК-14, ПК-18	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	5		
4 Методы и средства измерения физических величин.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОПК-6, ПК-14, ПК-18	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	7		
Итого за семестр		30		
7 семестр				
5 Обработка результатов измерений.	Выполнение контрольных работ	40	ОПК-6, ПК-14, ПК-18	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	19		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	66		
6 Методы и средства измерения физических величин.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	19	ОПК-6, ПК-14, ПК-18	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	23		
Итого за семестр		89		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		128		

9.1. Темы контрольных работ

1. Контрольная работа №1: "Суммирование погрешностей. Оценка погрешности косвенного технического однократного измерения."
2. Контрольная работа №2: "Классы точности и методические погрешности. Оценка погрешности прямого технического многократного равноточного измерения. "

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 - 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 вузов/ 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. Метрология: 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.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. www.consultant.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

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

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория метрологии и измерительной техники, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 212. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт. балка консольная с закрепленными тензодатчиками - 1 шт, вольтамперметр постоянного тока серии М - 8 шт, вольтметр переменного тока серии В3 - 2 шт, гальванометр - 1 шт, генератор сигналов импульсный Г5-54 - 1 шт, генератор сигналов низкочастотный Г3-112 - 2 шт, генератор-калибратор ГК-38/1 - 1 шт, измеритель иммитанса Е7-21 - 1 шт, измеритель параметров цепей гетеродинный Е12-1 - 1 шт, измеритель параметров цепей гетеродинный Е12-1(А) - 1 шт, измерительный прибор АВО-5М - 3 шт, измерительный прибор для исследования тензодатчиков - 1 шт, источник постоянного напряжения серии Б5 - 2 шт, куметр Е4-4 - 1 шт, куметр Е9-4 - 1 шт, магазин сопротивлений - 3 шт, макет фазосдвигающей цепочки - 1 шт, макет цифрового вольтметра - 2 шт, мост одинарно-двойной учебный - 2 шт, набор гирь для исследования тензодатчиков - 1 шт, осциллограф цифровой INSTЕК - 1 шт, осциллографы аналоговые INSTЕК - 4 шт, фазометр Ф2-1 - 1 шт, фазометр Ф2-16 - 1 шт, частотомер ЧЗ-34 - 3 шт, частотомер ЧЗ-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 лекци-

онных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеовеличителей для удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

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.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Метрология и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль): **Оптические системы и сети связи**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**

Курс: **3, 4**

Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2016 года

Разработчик:

– ассистент каф. КСУП К. К. Жаров

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

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-18	способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	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.;
ПК-14	умением осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам	
ОПК-6	способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области информационных технологий и систем связи	

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-18

ПК-18: способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов.

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	фундаментальные метрологические требования, чаще всего встречающиеся в технических регламентах, международных и национальных стандартах и иных нормативных документах.	проводить экспериментальные измерения с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов.	методами измерения различных физических величин.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Лабораторные работы; 	<ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Лабораторные работы; 	<ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; 	<ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; 	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	<ul style="list-style-type: none"> • знает различные метрологические требования технических регламентов (доверительные границы погрешности); 	<ul style="list-style-type: none"> • умеет проводить различные измерения (прямые/косвенные, однократные/многократные) по предоставленным методикам выполнения измерений.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Владеет методами измерения различных электрических величин в инфокоммуникациях (спектр сигнала, нелинейные искажения сигнала). Владеет методами оценки точности обыкновенных косвенных измерений.;
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> • знает требования к различным погрешностям, встречающиеся в технических регламентах (к систематической/случайной погрешности, к инструментальной/исключенной системати- 	<ul style="list-style-type: none"> • умеет проводить простые прямые однократные и многократные измерения по предоставленным методикам выполнения измерений.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Владеет методами измерения некоторого количества электрических величин в инфокоммуникациях (параметры сигналов, параметры каналов передачи информации). Владеет методами оценки точно-

	ческой погрешности и так далее).;		сти прямых многократных равноточных технических измерений.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> • знает фундаментальные метрологические требования технических регламентов (формы представления погрешности).; 	<ul style="list-style-type: none"> • умеет проводить простые прямые однократные технические измерения под непосредственным контролем.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Владеет методами измерения самых часто встречающихся в инфокоммуникациях электрических величин (постоянное/переменное напряжение, ток, сосредоточенные параметры цепей). Владеет методами оценки точности прямых однократных технических измерений.;

2.2 Компетенция ПК-14

ПК-14: умением осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам.

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные метрологические национальные и международные стандарты.	сопоставить метрологические характеристики разрабатываемых проектов требованиям различным стандартам.	способами оценки метрологических параметров разрабатываемых проектов; навыками использования основных метрологических национальных и международных стандартов.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Лекции; 	<ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Лекции; 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; 	<ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; 	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	<ul style="list-style-type: none"> различные метрологические национальные и международные стандарты в области инфокоммуникаций и в смежных отраслях специализации; самые распространенные технические регламенты в области инфокоммуникаций и в смежных отраслях специализации; знать их метрологические подразделы.; 	<ul style="list-style-type: none"> сопоставить требуемые в области специализации метрологические характеристики разрабатываемых проектов требованиям различных стандартов.; 	<ul style="list-style-type: none"> владеет способами оценки метрологических характеристик обыкновенных косвенных измерений; владеет навыками использования различных метрологических стандартов в инфокоммуникациях и смежных областях специализации.;
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> различные метрологические национальные и международные стандарты в области инфокоммуникаций; различные технические регламенты в области инфокоммуникаций и их метрологические подразделы.; 	<ul style="list-style-type: none"> сопоставить различные метрологические характеристики разрабатываемых проектов требованиям различных стандартов.; 	<ul style="list-style-type: none"> владеет способами оценки метрологических характеристик прямых многократных равноточных технических измерений; владеет навыками использования различных метрологических стандартов в инфокоммуникациях.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> самые распространенные метрологические национальные и международные стандарты в области инфокоммуникаций; самые распространенные технические регламенты в области инфокоммуникаций и их метрологические подразделы.; 	<ul style="list-style-type: none"> сопоставить базовые метрологические характеристики разрабатываемых проектов требованиям различных стандартов.; 	<ul style="list-style-type: none"> владеет способами оценки метрологических характеристик прямых однократных технических измерений; владеет навыками использования фундаментальных в инфокоммуникациях метрологических стандартов.;

2.3 Компетенция ОПК-6

ОПК-6: способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.

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	Методы и средства различных физических величин, используемых в области инфокоммуникационных технологий и	Проводить измерения различных величин по предоставленным методикам выполнения измерений (МВИ).	Способами оценки погрешности измерений и других качественных оценок измерений.

	систем связи		
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Лекции; 	<ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Лекции; 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; 	<ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; 	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	<ul style="list-style-type: none"> • Знает способы нормирования эксплуатационных погрешностей измерительных приборов. Знает методы измерения фундаментальных электрических величин, используемых в области инфокоммуникаций и систем связи, а так же в смежных областях специализации.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Умеет провести обыкновенное косвенное измерение по предоставленной МВИ, умеет выбрать МВИ из предложенных.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Умеет оценить погрешность обыкновенного косвенного измерения.;
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> • Знает способы нормирования дополнительных погрешностей измерительных приборов. Знает методы измерения различных электрических величин, используемых в области инфокоммуникаций.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Умеет провести прямые многократные равноточные технические измерения по предоставленной МВИ.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Умеет оценить погрешность прямых многократных равноточных технических измерений.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> • Знает способы нормирования основных погрешностей измерительных приборов. Знает методы измерения фундаментальных электрических величин, используемых в области инфокоммуникаций.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Умеет провести прямое однократное техническое измерение по предоставленной МВИ под непосредственным контролем.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Умеет оценить погрешность прямого однократного технического измерения.;

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.

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 уравнивающего 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 уравнивающего 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 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

- Контрольная работа №1: "Суммирование погрешностей. Оценка погрешности косвенного технического однократного измерения.
- Контрольная работа №2: "Классы точности и методические погрешности. Оценка погрешности прямого технического многократного равноточного измерения. "

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 формирования 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 биб-

лиотеке 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 вузов/ 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. Метрология: 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.)

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