МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ **Троян П.Е.**

«20» 06 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТРОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
Направление подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Профиль «Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике»
Форма обучения очная
Факультет электронной техники ФЭТ
Кафедра физической электроники ФЭ
Курс третий **Семестр** пятый

Учебный план набора 2016 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр5	Всего	Единицы
1.	Лекции	26	26	часов
2.	Лабораторные работы	16	16	часов
3.	Практические занятия	18	18	часов
4.	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5.	Из них в интерактивной форме	12	12	часа
6.	Самостоятельная работа студентов	48	48	часов
7.	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8.	Экзамен	36	36	часов
9.	Общая трудоемкость	144	144	часов
	(в зачетных единицах)	4 5	4 5	ЗЕТ

Экзамен – пятый семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 540

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № от «___» _____ 20__ г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» утвержденного приказом №177 от 06.03.2015 г.
рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «5» 05 2016г.,
протокол № 4/8.

Разработчик доцент каф. ЭСАУ _____ Отчалко В.Ф.

Зав. кафедрой ЭСАУ _____ Черепанов О.И.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А.И.

Зав. профилирующей и выпускающей кафедрой ФЭ _____ Троян П.Е..

Эксперты:
Председатель методкомиссии ФЭТ _____ Чистоедова И.А.

Зам.зав.кафедрой ЭСАУ по методической работе
доцент каф. ЭСАУ _____ Сиверцев В.Ф..

Согласована на портале № 540

1.Цели и задачи дисциплины:

Целью дисциплины «Метрология и технические измерения» (МиТИ) является обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

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.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла (Б1.Б.19).

Изучение дисциплины базируется на фундаментальной физико-математической подготовке, на знании методов теории вероятности, основных физических законов в области электричества, магнетизма, механики, оптики; на знании основ электротехники, теории цепей и электромагнитного поля, элементной базы аналоговой и цифровой техники и пр. Изучаемая дисциплина является предшествующей при изучении специальных и профилирующих дисциплин – методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем, технология материалов микро и наноэлектроники, технологии кремниевой наноэлектроники и др.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций выпускника:

1. Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5).
2. Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, приемы обработки и представления экспериментальных данных.

Уметь: применять методы и средства измерения физических величин, учитывать современные тенденции развития электроники и измерительной техники в своей профессиональной деятельности.

Владеть: приемами обработки и оценки погрешности результатов измерений, правилами представления экспериментальных данных.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	**60**	**60**
В том числе:	-	-
Лекции	26	26
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа (всего)	**48**	**48**
Вид аттестации - экзамен	36	36
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4	4

Согласована на портале № 540

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия.	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Основы метрологии. Погрешности измерений.	6	--	4	2	12	ОПК-5, ОПК-7
2.	Обработка результатов измерений	4	4	6	10	24	ОПК-5, ОПК-7,
3.	Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	14	8	6	28	56	ОПК-5, ОПК-7
4.	Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	2	4	2	8	16	ОПК-5, ОПК-7

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
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 характеристики СИ. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности, их особенности.	6	ОПК-5, ОПК-7
2.	Обработка результатов измерений	Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов прямых однократных технических 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, ОПК-7,
3.	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. Датчики. Измерение неэлектрических величин. Автоматизация измерений. Микропроцессорные приборы, информационно-измерительные системы (ИИС).	14	ОПК-5, ОПК-7
4.	Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения (МО)*.	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.	2	ОПК-5, ОПК-7

Согласована на портале № 540

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины						
1.	Физика	+	+	+	+	-
2.	Математика	-	+	+	+	-
3.	Теоретические основы электротехники	-	+	+	-	-
Последующие дисциплины						
1.	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем	-	+	+	+	+
2.	Технология материалов микро и наноэлектроники	-	+	+	+	
3	Технологии кремниевой наноэлектроники	-	+	+	+	-

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля (примеры)
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ОПК-5	+	+	+		+	Опрос, выступления на практических занятиях, выполнение и защита лабораторных работ, конспект, контрольные работы, тест
ОПК-7	+		+		+	Опрос, выступления на практическом занятии, контрольные работы, конспект.

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения. Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах.

Методы / Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лаборат. работы (час)	СРС (час)	Всего
Работа в команде (подгруппе)			4		4
Выступления в роли обучающего	4	4			8
Итого интерактивных занятий	4	4	4		12,

7. Лабораторный практикум (16 часов)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	1, 2, 3	Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.	4	ОПК-5,
2.	1, 2, 3	Измерение параметров электрических цепей резонансными методами.	4	ОПК-5,
3.	1, 2, 3	Исследование тензодатчиков.	4	ОПК-5,
4	1, 2, 3, 4	Поверка средств измерений.	4	ОПК-5

Согласована на портале № 540

8. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	1, 2, 3	Методические систематические погрешности. Введение поправок. Масштабные преобразователи. Контрольная работа (0,5 час)	2	ОПК-5, ОПК-7
2.	1, 2	Правила суммирования погрешностей. (интерактивное занятие 1 час).	2	ОПК-5, ОПК-7
3.	1, 2	Обработка результатов прямых однократных измерений. Погрешности СИ. Контрольная работа (0,5 час).	2	ОПК-5, ОПК-7
4.	1, 2	Случайные погрешности. Обработка результатов многократных равноточных измерений. Контрольная работа (0,5 час).	2	ОПК-5, ОПК-7
5.	1, 2,	Обработка результатов косвенных измерений. Тест.	2	ОПК-5, ОПК-7
6.	2, 3, 5	Цифровые измерители. Измерение напряжений. Измерение параметров цепей. (интерактивное занятие 1 час) Контрольная работа (0,5 час)	2	ОПК-5, ОПК-7
7.	2, 3	Осциллографические измерения. Цифровые запоминающие осциллографы. Датчики. (интерактивное занятие 1 час).	2	ОПК-5, ОПК-7
8.	2, 3, 4	Датчики. Измерение неэлектрических величин (интерактивное занятие 1 час). Контрольная работа на тему «Обеспечение единства измерений» (1 час)	2	ОПК-5, ОПК-7
9.	1, 2, 3, 4	Подведение итогов.	2	ОПК-5, ОПК-7

Темы контрольных работ (по 0,5 час):

1).Методические систематические погрешности. Введение поправок.

2).Погрешности средств измерения.

3). Обработка результатов многократных равноточных измерений.

4). Обработка результатов косвенных измерений

Темы контрольных работ (по 1 час):

1). Метрологическое обеспечение (обеспечение единства измерений).

Тест: «Основные понятия и определения метрологии»

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1.	**1**	Работа над конспектом лекций. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела	2	ОПК-5, ОПК-7	Опрос, конспект, тест
2.	**2**	Работа над конспектом лекций. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела. Подготовка выступлений на практических занятиях. Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов, подготовка к их защите. Подготовка к контрольным работам.	10	ОПК-5, ОПК-7	Опрос. Выступления. Отчеты по лабораторным работам, их защита. Контрольные работы на практических

Согласована на портале № 540

					занятиях.
3.	**3**	Работа над конспектом лекций. Самостоятельное углубленное изучение материала раздела. Подготовка выступлений. Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов, подготовка к их защите.	28	ОПК-5, ОПК-7	Опрос. Выступления на практиках. Отчеты по лабораторным работам, их защита
4	**4**	Работа над конспектом лекций. Самостоятельная проработка материалов закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов, подготовка к их защите. Подготовка к контрольной работе.	8	ОПК-5, ОПК-7	Опрос. Отчеты по лабораторным работам, их защита. Контрольная работа.

10. Примерная тематика курсовых работ – курсовая работа не предусмотрена.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

При изучении дисциплины устанавливается балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов соответствии с «Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов» (приказ ректора от 25.02.2010 №1902). Система основана на текущем контроле качества изучения разделов дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга и итоговом контроле.

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 концом семестра	Всего за семестр
Контрольные работы на практических занятиях (по 0,5 часа) 4 шт. по 5 б.	10	10		**20**
Контрольная работа на практических занятиях (по 1 часу)			10	**10**
Тест		5		**5**
Лабораторные работы (3 шт по 10 б.)		10	20	**30**
Выступления в роли обучающего, (1 шт).			5	**5**
Экзамен				**30**
Итого максимум за период:	**10**	**25**	**35**	**100**
Нарастающим итогом	**10**	**35**	**70**	**100**

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

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)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)

Согласована на портале № 540

3 (удовлетворительно) (зачтено)	70 - 74	D (удовлетворительно)
	65 – 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1 Основная литература

12.1.1. Технические измерения и приборы: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Ю.Шишмарев. – М.: Академия, 2010. – 384с. (11 экз.)

12.1.2 Метрология и радиоизмерения: Учебник для вузов/ В.И. Нефедов, В.И. Хахин, В.К. Битюков и др.; Ред. В.И. Нефёдов. – М.: Высшая школа, 2006. – 525 с.: ил. (в библиотеке – 48 экз.)

12.1.3. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. – 208с. (в библиотеке - 48 экз.)

12.2. Дополнительная литература

12.2.1. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: Учеб. пособие для вузов. – М.: Логос, 2001 – 408 с. (в библиотеке – 3 экз.)

12.2.2. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф. Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. – Томск: ТМЦДО, 1999с. (в библиотеке – 63 экз.)

12.2.3. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. №102-ФЗ. [Электронный ресурс]. Код доступа - www.consultant.ru

12.2.4 Дж. Фрайден. Современные датчики: Справочник. – Москва: Техносфера, 2006. – 592 с.(в библиотеке 50 экз.)

12.2.5 Котюк А.Ф. Датчики в современных измерениях. – М.: Радио и связь, Горячая линия – Телеком, 2006. – 96 с.: ил. (в библиотеке – 49 экз.)

12.2.7. Эрастов В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2005. – 266 с. (в библиотеке – 341 экз)

12.2.8 Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов/ Я.М.Радкевич, А.Г.Схиртладзе, Б.И.Лактионов. – 2-е изд., доп. – М.: Высшая школа, 2006. – 799с.:ил. (в библиотеке 30 экз.)

12.3. Методические рекомендации по изучению дисциплины:

12.3.1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2010.-52с.(12 экз)

12.3.2. Отчалко В.Ф. Учебно-методический комплект (учебные методические пособия по практическим занятиям, по самостоятельной работе студентов, по лабораторным работам) по дисциплине МСиТИ . – Томск: [Электронный ресурс]. Код доступа: http://esau.tusur.ru/docs/umk_metrologia.zip

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

оборудование лаборатории метрологии и измерительной техники (ауд. 212ф.).

Согласована на портале № 540

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**

«___» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

МЕТРОЛОГИЯ и ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

(полное наименование учебной дисциплины или практики)

Уровень основной образовательной программы бакалавриат _____
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность) 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» _____
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) **Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике _____
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения очная _____
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет электронной техники ФЭТ_____
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра физическая электроника ФЭ_____
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс _третий_____ **Семестр**_пятый_____

Учебный план набора _2016_____ года и последующих лет.

Экзамен _пятый_____**семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 540

Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи, контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине 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 компетенции
ОПК-5	Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	Должен знать: - основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, приемы обработки и представления экспериментальных данных, тенденции развития электроники и измерительной техники. Должен уметь: применять методы и средства измерения физических величин, учитывать современные тенденции развития электроники и измерительной техники в своей профессиональной деятельности. Должен владеть: методами обработки и оценки погрешности результатов измерений, правилами представления экспериментальных данных.
ОПК-7	Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	

Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-5

ОПК-5:. Способность 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 2.

Согласована на портале № 540

Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основы метрологии, методы и средства измерения физических величин (ФВ) как источник экспериментальных данных, их применение при решении задач профессиональной деятельности. Знает современные приемы обработки и представления экспериментальных данных..	Умеет использовать теоретические знания при решении задач профессиональной деятельности, использовать измерения в качестве источника экспериментальных данных. Умеет обрабатывать и представлять экспериментальные данные. Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области метрологии и стандартизации для освоения общепрофес-сиональных дисциплин и решения профессиональных задач.	Владеет навыками проведения инструменталь ных измерений, методами обработки результатов и оценки погрешности экспериментал ьных данных,
Виды занятий	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов	Лабораторные работы; практические занятия, самостоятельная работа студентов	Лекции, практические занятия, лабораторные работы
Используем ые средства оценивания	Экзамен, тест, выступления в роли обучающего	Оформление отчетности по лабораторным работам; Конспект самостоятельной работы	Опрос, контрольные работы, защита лабораторных работ, экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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	Знает факты,	Обладает диапазоном	Берет ответственность

Согласована на портале № 540

(базовый уровень)	принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	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

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Анализирует связи между различными разделами и понятиями метрологии. Обосновывает выбор метода и план решения измерительной задачи. Представляет методы измерений различных ФВ, устройство, способы и результаты использования современных средств измерений для получения экспериментальных данных. Знает приемы обработки и представления экспериментальных данных.	Свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях. Грамотно выбирает СИ для решения достаточно сложных измерительных задач. Легко применяет усвоенный материал, в том числе для решения нетривиальных задач. Самостоятельно планирует, организовывает и проводит сбор экспериментальных данных. Свободно применяет приемы и методы обработки и представления экспериментальных данных.	Способен руководить междисциплинарной командой. Уверенно владеет навыками измерений различных ФВ, навыками использования сложных СИ для измерений, уверенно обрабатывает результаты прямых, косвенных и многократных измерений. . Свободно оперирует информацией при обработке и представлении экспериментальных данных.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между различными разделами и понятиями метрологии. Аргументирует выбор метода и план решения измерительной задачи для получения экспериментальных	Самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимые СИ. Применяет адекватные методы решения задач в незнакомых ситуациях. Умеет корректно	Критически осмысливает полученные знания. Компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде), Владеет навыками

Согласована на портале № 540

	данных. Понимает основные методы измерений ФВ, представляет принципы действия средств измерений. Знает основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.	выбирать и использовать СИ для решения стандартных задач. Применяет полученный уровень знаний для продолжения изучения дисциплины с целью повышения квалификации.	измерений различными СИ, стандартными методами обработки экспериментальных данных при решении стандартных задач профессиональной деятельности.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий метрологии. Воспроизводит основные методы обработки экспериментальных данных. Знает основные методы решения стандартных измерительных задач и умеет их применять на практике. Знает методы измерений ФВ в объеме, позволяющем выполнять простые измерения	Умеет работать со справочной литературой и нормативной документацией. Использует СИ в соответствии с утвержденными методиками выполнения измерений (МВИ). Умеет обрабатывать и представлять результаты измерений.	Владеет метрологической терминологией, навыками инструментальных измерений различными СИ, типовой обработкой экспериментальных данных в соответствии с МВИ. Способен корректно представить результаты измерений Оперирует информацией при решении простых задач.

1.1.2.Компетенция ОПК-7

ОПК-7 – Способность 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, занятия и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает современные тенденции развития электроники, измерительной техники, информационных технологий, представляет источники научно-технической	Умеет использовать возможности и тенденции развития современных методов и средств измерений для получения экспериментальных данных, выбирает	Владеет навыками использования возможностей современной измерительной техники и тенденций ее развития для получения как

Согласована на портале № 540

	информации, отечественного и зарубежного опыта в области профессиональной деятельности. Знает особенности применения измерительной техники, тенденций ее развития в области профессиональной деятельности. .	источники получения современной научно-технической информации при решении задач профессиональной деятельности. Применяет теоретические знания в области метрологии для освоения общепрофессиональны х дисциплин и решения профессиональных задач.	измерительной, экспериментальной, так и другой информации, необходимой для решения профессиональных задач.
Виды занятий	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов	Практические занятия, самостоятельная работа студентов	Практические занятия, самостоятельная работа студента.
Используемые средства оценивания	Экзамен, тест, выступления в роли обучающего, опрос.	Контрольные работы, конспект самостоятельной работы	Опрос, контрольные работы, экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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
Удовлетвори тельно	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями,	Работает при прямом

Согласована на портале № 540

(пороговый уровень)		требуемыми для выполнения простых задач	наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Знает современные тенденции развития электроники, измерительной техники, информационных технологий, знает как использовать научно-технические достижения при решении професиональных задач. Обосновывает выбор источника для получения научно-технической информации и опыта, необходимого для решения задач профессиональной деятельности. .	Свободно применяет новые методы решения задач в незнакомых ситуациях. Грамотно использует тенденции развития электроники и измерительной техники, выбирает нормативные документы для решения достаточно сложных профессиональных задач, самостоятельно планирует, организовывает и проводит измерительные эксперименты с использованием современного оборудования для получения необходимой информации. Легко применяет новейшие достижения, в том числе для решения нетривиальных задач.	Способен руководить междисциплинарной командой. Свободно владеет разными способами получения и изучения новейшей информации. Уверенно владеет навыками изучения различных источников научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта. Свободно оперирует информацией при решении задач профессиональной деятельности. .
Хорошо (базовый уровень)	Знает современные тенденции развития электроники, измерительной техники, информационных технологий. .	Обоснованно выбирает решения задач профессиональной деятельности с учетом тенденций развития электроники и измерительной	Владеет навыками работы с источниками информации о достижениях в области электроники и измерительной техники для решения задач

Согласована на портале № 540

	Описывает области применения новейших научно-технических возможностей.	техники. Умеет самостоятельно усваивать информацию из различных источников. . Применяет полученный уровень знаний для продолжения изучения дисциплины с целью повышения квалификации.	профессиональной деятельности. Оперирует информацией при решении задач своей профессиональной деятельности.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Имеет представление о современных тенденциях развития электроники, измерительной техники, информационных технологий. Знает основные нормативные документы и их применение, может использовать другие источники информации в области профессиональной деятельности.	Умеет изучать и воспринимать научно-техническую информацию при решении простых задач профессиональной деятельности.	Владеет навыками работы с источниками информации о тенденциях развития электроники и измерительной техники. Оперирует информацией при выполнении простых задач профессиональной деятельности.

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

1. Тест «Основные понятия и определения метрологии»

2. Контрольные работы.

Темы контрольных работ (по 0,5 час):

1).Методические систематические погрешности. Введение поправок.

2).Погрешности средств измерения.

3). Обработка результатов многократных равноточных измерений.

4). Обработка результатов косвенных измерений.

Темы контрольных работ (по 1 час):

1). Метрологическое обеспечение (обеспечение единства измерений).

3. Выступления студентов в роли обучающего.

Темы выступлений:

3.1 Международные организации по метрологии (МБМВ, МОЗМ).

3.2 Международные документы в области измерений и измерительной техники.

Согласована на портале № 540

3.3 Российские документы в области измерительной техники.
3.4. Международные документы в области наноэлектроники и нанотехнологий.
3.5. Российские документы в области наноэлектроники и нанотехнологий
3.6. Виды и содержание нормативных документов международных организаций по метрологии.
3.7 Правила суммирования погрешностей.
3.8 Цифровые запоминающие осциллографы.
3.9 Цифровые измерители параметров цепей.
3.10 Параметрические датчики,
3.11 Генераторные датчики.
3.12 Измерения неэлектрических величин электрическими методами.

4. Лабораторные работы (в соответствии с п. 7 рабочей программы по дисциплине):
4.1.Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.
4.2. Измерение параметров электрических цепей резонансными методами.
4.3. Исследование тензодатчиков.
4.4. Поверка средств измерений.

5. Темы самостоятельной работы студентов:
4.1. Метрологическое обеспечение измерений (углубленное изучение): закон РФ «Об обеспечении единства измерений», сферы и формы государственного обеспечения единства измерений (ГРОЕИ), поверка и калибровка средств измерений (СИ), эталоны и поверочные схемы.
4.2. Национальные (РФ) документы в области наноэлектроники и нанотехнологий.
4.3. Международные документы в области нанотехнологий и наноэлектроники..
4.4. Образцы современной аппаратуры для измерений физических величин.
4.5. Принципы работы, конструкция, технические характеристики, области применения современных датчиков. Интеллектуальные датчики.

5. Допуск к экзамену предоставляется при выполнении на положительную оценку 5 контрольных работ и теста в соответствии с п.8 рабочей программы по дисциплине, и выполнении и защите 4-х лабораторных работ в соответствии с п.7 рабочей программы. Допуск для неуспевающих студентов заключается в успешном выполнении (повторном выполнении) указанных выше контрольных заданий.

6. 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 характеристики.
4. Классификация погрешностей.
5. Систематические погрешности. Методы обнаружения, методы исключения.
6. Случайные погрешности. Законы распределения, точечные оценки.
7. Статистические оценки случайных погрешностей. Определение доверительного интервала погрешностей.
8. Правила суммирования погрешностей (неисключённые остатки систематических погрешностей и случайные погрешности).
9. Погрешности средств измерения (СИ), их нормирование. Классы точности СИ и другие формы нормирования погрешностей.
10. Обработка результатов прямых однократных измерений.
11. Определение результата и погрешности косвенных измерений.
12. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений. Идентификация закона распределения случайной величины. Критерий Пирсона.
13. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики

Согласована на портале № 540

цифровых устройств.

14. Обобщённая структурная схема измерительного прибора с время-импульсным преобразованием.
15. Обобщённая структурная схема измерительного прибора с частотно-импульсным преобразованием
16. Обобщённая структурная схема измерительного прибора с уравновешивающим преобразованием.
17. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.
18. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщённые структурные схемы. Виды детекторов.
19. Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием.
20. Цифровые вольтметры, использующие метод двойного интегрирования.
21. Цифровые интегрирующие вольтметры (с частотно импульсным преобразованием).
22. Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования.
23. Структура и принцип действия универсального электронного осциллографа. Основные характеристики осциллографа.
24. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений.
25. Цифровые запоминающие осциллографы.
26. Цифровые частотомеры. Измерение временных интервалов.
27. Мостовые методы измерения параметров цепей. Виды мостов. Их особенности. Области применения.
28. Цифровые измерители параметров цепей с применением метода амперметра-вольтметра.
29. Цифровые измерители параметров цепей с предварительным преобразованием параметра в напряжение.
30. Цифровые измерители параметров цепей с время-импульсным преобразованием.
31. Панорамные измерители амплитудно-частотных характеристик цепей.
32. Измерение неэлектрических величин электрическими методами
33. Параметрические датчики. Виды, достоинства, недостатки, области применения.
34. Генераторные датчики. Виды, характеристики, достоинства, недостатки, области применения.
35. Интеллектуальные датчики.
36. Автоматизация измерений: микропроцессорные СИ, информационно-измерительные системы.
37. Метрологическое обеспечение измерений (МО). Основы МО. Метрологические службы. Состав, задачи, полномочия служб.
38. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Сферы деятельности, в которых применяется государственное регулирование обеспечения единства измерений (ГРОЕИ).
39. Формы государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ). Их краткая характеристика.
40. Система передачи размеров единиц ФВ рабочим СИ. Эталоны, поверочные схемы.
41. Поверка и калибровка СИ.
42. Измерение спектра сигнала.

7. Методические материалы (в соответствии с п. 12.3 рабочей программы по дисциплине):

7.1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2010.-52с.(в библ.12 экз)

7.2. Отчалко В.Ф. Учебно-методический комплект (учебные методические пособия по практическим занятиям, по самостоятельной работе студентов, по лабораторным работам) по дисциплине МСиТИ (МСиС). – Томск: [Электронный ресурс]. Код доступа: http://esau.tusur.ru/docs/umk_metrologia.zip

Согласована на портале № 540