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, стандартизация и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Из них в интерактивной форме	46	46	часов
6	Самостоятельная работа	54	54	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 8538

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Старший преподаватель каф.
КСУП _____ Сахаров М. С.

Заведующий обеспечивающей каф.
КСУП _____ Шурыгин Ю. А.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф.
ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

доцент каф. КСУП _____ Хабибуллина Н. Ю.

Согласована на портале № 8538

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных с умением проводить технические измерения физических величин, анализировать результаты технических измерений, использовать полученные знания для успешной деятельности на производстве.

1.2. Задачи дисциплины

– 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 и сертификации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология, стандартизация и технические измерения» (Б1.Б.15) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-8 способностью использовать нормативные документы в своей деятельности;

– ПК-7 готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

– ПК-9 готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основы метрологии и технических измерений при разработке и производстве электронных средств.

– **уметь** проводить технические измерения физических величин

– **владеть** навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных электронных приборов, методами обработки результатов и оценки погрешности измерений.

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
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	20	20
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Из них в интерактивной форме	46	46
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	20	20
Проработка лекционного материала	17	17
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	17	17

Согласована на портале № 8538

Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

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
1	Основы метрологии. Погрешности измерений.	4	2	0	2	8	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
2	Обработка результатов измерений.	4	8	0	16	28	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
3	Основы метрологического обеспечения.	2	0	4	8	14	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
4	Основы стандартизации и сертификации.	2	0	0	4	6	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
5	Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	8	8	12	24	52	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
	Итого	20	18	16	54	108	

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
5 семестр			
1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Классификации видов измерений, методов и средств измерений (СИ). Основные метрологические характеристики СИ. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические и	4	ОПК-8, ПК-7, ПК-9

Согласована на портале № 8538

	случайные погрешности, их особенности.		
	Итого	4	
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-8, ПК-7, ПК-9
	Итого	4	
3 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.	2	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
	Итого	2	
4 Основы стандартизации и сертификации.	Основные положения закона РФ «О техническом регулировании». Технические регламенты. Научные, правовые, организационные основы стандартизации. Основные понятия и определения в области стандартизации. Виды и методы стандартизации. Виды нормативных документов по стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований нормативных документов. Международная стандартизация.Определение понятия «подтверждение соответствия». Обязательное и добровольное подтверждение соответствия. Основные цели и объекты сертификации. Системы и схемы	2	ОПК-8, ПК-7, ПК-9

Согласована на портале № 8538

	сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.		
	Итого	2	
5 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	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.	8	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
	Итого	8	
Итого за семестр		20	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
		1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины						
1	Математика	+	+	+	+	+
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 занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-8	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 8538

ПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-9	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, 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
5 семестр				
Мозговой штурм			18	18
Работа в команде		12		12
Решение ситуационных задач	16			16
Итого за семестр:	16	12	18	46
Итого	16	12	18	46

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
3 Основы метрологического обеспечения.	Поверка средств измерений	4	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
	Итого	4	
5 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.	4	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
	Измерение сопротивлений на постоянном токе.	4	
	Исследование вольтметра с время-импульсным преобразованием	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 8538

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	Методические систематические погрешности. Введение поправок. Масштабные преобразователи.	2	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
	Итого	2	
2 Обработка результатов измерений.	Правила суммирования погрешностей.	2	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
	Обработка результатов прямых однократных измерений. Погрешности СИ.	2	
	Обработка результатов косвенных измерений.	2	
	Случайные погрешности. Обработка результатов многократных равноточных измерений.	2	
	Итого	8	
5 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	Цифровые измерители. Измерение напряжений. Измерение параметров цепей.Осциллографические измерения. Цифровые запо-минающие осциллографы. Датчики.Измерение временных интервалов, частоты и фазы сигналов.	8	ОПК-8, ПК-7, ПК-9
	Итого	8	
Итого за семестр		18	

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
5 семестр				
1 Основы метрологии. Погрешности измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-8, ПК-7, ПК-9	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		

Согласована на портале № 8538

2 Обработка результатов измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-8, ПК-7, ПК-9	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	16		
3 Основы метрологического обеспечения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-8, ПК-7, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
4 Основы стандартизации и сертификации.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-8, ПК-7, ПК-9	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
5 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-8, ПК-7, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Итого	24		
Итого за семестр		54		
	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		90		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Контрольная работа	10	10	10	30
Опрос на занятиях	5	5	5	15

Согласована на портале № 8538

Отчет по лабораторной работе		10	15	25
Итого максимум за период	15	25	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	40	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов /В.Ю. Шишмарев. - М.: Академия, 2010. - 384 с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)

2. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. – 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф. Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. – Томск: ТМЦДО, 1999-178 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 58 экз.)

2. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. - Томск: ТМЦДО, 2010. - 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

3. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин (измерительные преобразователи) – Л.: Электроатомиздат, 1983.-320 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

4. Измерение электрических и неэлектрических величин/ Под ред. Н.Н.Евтихиева. – М.:

Согласована на портале № 8538

Энергоатомиздат, 1990. -349 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)

5. Виглеб Г. Датчики.- М.:Изд-во «Мир», 1989.- 200 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

6. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC: Пер. с англ. / Под ред. У. Томкинса, Дж. Уэбстера – М.: Мир, 1992. – 589 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

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

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В.Ф. Учебно-методический комплект (учебные методические пособия по практическим занятиям, по самостоятельной работе студентов, по лабораторным работам) по дисциплине ИТиД . – Томск: 2012. [Электронный ресурс]. - http://esau.tusur.ru/docs/umk_izmertehnika.zip

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. Образовательный портал университета (http://lib/tusur.ru, http://edu/tusur.ru), электронные информационно-справочные ресурсы кафедры КСУП

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

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

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

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

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Согласована на портале № 8538

звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных 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;

Согласована на портале № 8538

– 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 № 8538

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, стандартизация и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- Старший преподаватель каф. КСУП Сахаров М. С.

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 8538

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-9	готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	Должен знать основы метрологии и технических измерений при разработке и производстве электронных средств.; Должен уметь проводить технические измерения физических величин; Должен владеть навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных электронных приборов, методами обработки результатов и оценки погрешности измерений.;
ПК-7	готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	
ОПК-8	способностью использовать нормативные документы в своей деятельности	

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-9

ПК-9: готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники.

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 № 8538

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы метрологии, метрологического обеспечения и технических измерений при разработке и производстве электронных средств.	проводить технические измерения физических величин с целью установления пригодности средств измерения к эксплуатации.	навыками проведения экспериментальных испытаний, методами обработки результатов и оценки погрешности измерений
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • 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)	• Анализирует связи между различными понятиями метрологического обеспечения и технических измерений;; • Знает основные методы измерений различных физических величин и устройство современных средств измерения. ; • Знает правила и особенности проведения экспериментальных испытаний с целью	• • Свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях.; • • Грамотно выбирает методы и средства измерения для экспериментальных испытаний, самостоятельно проводит измерительный эксперимент. ; • • Легко применяет усвоенный материал, в том числе для решения нетривиальных измерительных задач.;	• Способен руководить междисциплинарной командой.; • Уверенно владеет навыками измерений различных физических величин, навыками использования сложных средств измерения для проведения экспериментальных испытаний.; • Уверенно обрабатывает результаты прямых, косвенных и многократных измерений.;

Согласована на портале № 8538

	определения пригодности средств измерения к эксплуатации. ;		
Хорошо (базовый уровень)	• Понимает связи между раз-личными понятиями метрологического обеспечения и технических измерений;; • Имеет представление о методах измерений различных физических величин и устройстве современных средств измере-ния. ; • Представляет правила и особенности проведения экспериментальных испытаний с целью определения пригодности средств измерения к эксплуатации.;	• • Применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях.; • • Выбирает методы и средства измерения для экспериментальных испытаний, проводит измерительный эксперимент. ; • • Применяет полученный уровень знаний для продолжения изучения дисциплины с целью повышения квалификации.;	• Владеет навыками измерений различных физических величин и стандартными методами обработки результатов измерений.; • Оперирует информацией из стандартов и другой нормативной документации для проведения экспериментальных испытаний ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные понятия метрологического обеспечения и технических измерений.; • Понимает требования нормативных документов к объекту измерений.; • Представляет свои действия при выполнении измерений по утвержденной методике.;	• Знает основные понятия метрологического обеспечения и технических измерений.; • Понимает требования нормативных документов к объекту измерений.; • Представляет свои действия при выполнении измерений по утвержденной методике.;	• Применяет навыки проведения измерений различными средствами измерения при экспериментальных испытаниях, обрабатывает результаты измерений в соответствии с методиками выполнения измерений.;

2.2 Компетенция ПК-7

ПК-7: готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

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	цели, принципы,	использовать	навыками проведения

Согласована на портале № 8538

этапов	основные понятия и определения стандартизации. виды и особенности применения стандартов и технических регламентов в профессиональной деятельности. принципы и правила осуществления контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации нормативным документам.	теоретические знания при разработке проектов и технической документации, при проведении контроля соответствия проектов и технической документации требованиям стандартов и технических регламентов.	сравнительного анализа и контроля соответствия разрабатываемых технических решений с нормативными документами.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • 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)	• Знает основы стандартизации, анализирует связи между различными разделами и понятиями стандартизации.; • Обосновывает выбор нормативного документа, необходимого для	• Свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях.; • Грамотно выбирает нормативные документы для решения достаточно сложных профессиональных задач, самостоятельно планирует,	• Способен руководить междисциплинарной командой.; • Свободно владеет разными способами представления информации в нормативных документах.; • Уверенно владеет

Согласована на портале № 8538

	решения поставленной задачи первичного контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации нормативным документам.; • Знает основные национальные и международные стандарты и технические регламенты в профессиональной деятельности. ;	организовывает и проводит первичный контроль соответствия проектов и технической документации требованиям стандартов и технических регламентов. ; • Легко применяет усвоенный материал, в том числе для решения нетривиальных задач. ;	навыками первичного контроля соответствия проектов и технической документации требованиям стандартов и технических регламентов.; • Свободно оперирует информацией из стандартов и другой нормативной документации.; • Находит и аргументирует расхождения технической документации с требованиями стандартов, предлагает способы устранения несоответствия.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основы стандартизации, понимает связи между различными разделами и понятиями стандартизации. ; • Определяет нормативный документ, необходимый для решения поставленной задачи; • Описывает области применения различных видов нормативных документов.;	• Обоснованно выбирает нормативные документы для решения типовых задач первичного контроля соответствия проектов и технической документации требованиям стандартов и технических регламентов.; • Самостоятельно проводит контроль соответствия разрабатываемой аппаратуры и ее документации профессиональным стандартам; • Применяет полученный уровень знаний для продолжения изучения дисциплины с целью повышения квалификации.;	• Владеет навыками работы со стандартами при осуществлении первичного контроля соответствия.; • Оперирует информацией из стандартов и другой нормативной документации.; • Находит несоответствия технической документации требованиям стандартов при решении типовых задач.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основы стандартизации.; • Имеет представление о нормативных	• Умеет при проведении первичного контроля соответствия показать соответствие	• Владеет навыками работы со стандартами.; • Оперирует информацией из

Согласована на портале № 8538

	документах по стандартизации и их применении;	либо несоответствие проектов, технической документации требованиям стандартов и технических регламентов при решении простых задач.;	стандартов и другой нормативной документации при проведении первичного контроля соответствия.;

2.3 Компетенция ОПК-8

ОПК-8: способностью использовать нормативные документы в своей деятельности.

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	основы метрологиче-ского обеспечения, стан-дартизации и сертификации	применять нормативные документы в своей деятельности.	разными способами представления информации в нормативных документах.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • 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)	• Анализирует связи между различными разделами и понятиями метрологии, стандартизации и	• Свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях.; • Грамотно выбирает нормативные	• Способен руководить междисциплинарной командой.; • Свободно владеет разными способами

Согласована на портале № 8538

	сертификации.; • Обосновывает выбор нормативного документа, необходимого для решения поставленной задачи.; • Знает основные национальные и международные стандарты и технические регламенты в области профессиональной деятельности;	документы для решения достаточно сложных профессиональных задач. ; • Легко применяет усвоенный материал, в том числе для решения нетривиальных задач.;	представления информации в нормативных документах.; • Свободно оперирует информацией из стандартов и другой нормативной документации.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основы метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации; • Понимает связи между различными разделами и понятиями метрологического обеспечения, ; • Определяет нормативный документ, необходимый для решения поставленной задачи; • Описывает области применения различных видов нормативных документов.;	• Обоснованно выбирает нормативные документы для решения типовых задач.; • Применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях.; • Применяет полученный уровень знаний для продолжения изучения дисциплины с целью повышения квалификации.;	• Владеет разными способами представления информации в нормативных документах.; • Оперирует информацией из стандартов и другой нормативной документации.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основы метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации;; • Имеет понятие о нормативных документах и их применении;	• Умеет выбирать нормативные документы для решения типовых задач.; • Умеет следовать положениям, написанным в нормативных документах;	• Владеет навыками работы с нормативными документами.; • Оперирует информацией из нормативной документации.;

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

Согласована на портале № 8538

погрешностей. Систематические и случайные погрешности, их особенности.

– 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.

– 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.

– Основные положения закона РФ «О техническом регулировании». Технические регламенты. Научные, правовые, организационные основы стандартизации. Основные понятия и определения в области стандартизации. Виды и методы стандартизации. Виды нормативных документов по стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований нормативных документов. Международная стандартизация. Определение понятия «подтверждение соответствия». Обязательное и добровольное подтверждение соответствия. Основные цели и объекты сертификации. Системы и схемы сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.

– 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.

3.2 Темы контрольных работ

– 1). Погрешности средств измерений. 2). Случайные погрешности 3). Обработка результатов многократных равноточных измерений. 4). Обработка косвенных измерений.

3.3 Экзаменационные вопросы

– 1. Классификация видов измерений. 2. Методы измерений физических величин. 3. Классификация средств измерений (СИ). Характеристики СИ. 4. Классификация погрешностей. 5. Систематические погрешности, обнаружение, методы исключения. 6. Случайные погрешности. Законы распределения, точечные оценки. 7. Оценки числовых характеристик случайных погрешностей. Определение границ доверительного интервала случайных погрешностей. 8. Погрешности средств измерений, их нормирование. Классы точности СИ. 9. Результат и погрешности косвенных измерений. 10. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений. 11. Правила суммирования погрешностей (неисключенные остатки систематических погрешностей, случайные погрешности и их сочетание). 12. Правила округления погрешности и записи результата измерения. Формы пред-ставления результатов измерений с учетом погрешностей. 13. Обеспечение единства и точности измерений. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». 14. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). 15. Понятие метрологического обеспечения (МО). Правовые, организационные, научные и технические основы МО. 16. Виды и содержание работ по МО. Функции федерального агентства по метрологии, стандартизации и сертификации (Росстандарта). 17. Государственный метрологический контроль. 18. Аттестация, поверка и калибровка средств измерения. 19. Эталоны и поверочные схемы 20. Цели и принципы стандартизации. 21. Виды и методы стандартизации. 22. Категории и виды стандартов 23. Технические и организационные основы, цели и задачи сертификации. 24. Виды сертификации. Особенности сертификации сложных технических систем. 25. Схемы сертификации 26. Электро-механические приборы непосредственного отсчета. Общие черты, преимущества и недостатки 27. Виды измеряемых напряжений. Их взаимосвязь. 28. Компенсатор постоянного тока. 29. Электронные аналоговые вольтметры. Общие схемы, преимущества и недостатки. 30. Детектор амплитудного значения с закрытым входом. 31. Интегральный детектор амплитудного значения. 32. Детектор

Согласована на портале № 8538

среднеквадратического значения. 33. Детектор средневыпрямленного значения. Термоэлектрическое преобразование среднеквадратического значения. 34. Общие сведения о цифровых вольтметрах – типовые структуры, преимущества и недостатки, типовой класс точности. 35. Цифровой вольтметр поразрядного уравновешивания 36. Цифровой вольтметр с время-импульсным преобразованием 37. Цифровой вольтметр с двойным интегрированием 38. Цифро-аналоговый преобразователь 39. Аналогово-цифровой преобразователь последовательного действия 40. Аналогово-цифровой преобразователь параллельного действия 41. Аналогово-цифровой преобразователь комбинированного действия 42. Измерение тока. 43. Общие сведения об осциллографах – классификация, типовые метрологические характеристики, применение. 44. Структура универсального осциллографа. 45. Скоростные и стробоскопические осциллографы. 46. Цифровые и комбинированные осциллографы. 47. Приборы дискретного счета. Основные метрологические характеристики. Области применения. 48. Измерение активных сопротивлений косвенным методом. 49. Измерение активных сопротивлений мостовым методом. 50. Измерение реактивных параметров резонансным методом. 51. Измерение реактивных параметров методом дискретного счета.

3.4 Темы лабораторных работ

- Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.
- Измерение сопротивлений на постоянном токе.
- Исследование вольтметра с время-импульсным преобразованием
- Поверка средств измерений

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов /В.Ю. Шишмарев. - М.: Академия, 2010. - 384 с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)

2. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. – 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф. Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. – Томск: ТМЦДО, 1999-178 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 58 экз.)

2. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие. - Томск: ТМЦДО, 2010. - 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

3. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин (измерительные преобразователи) – Л.: Электроатомиздат, 1983.-320 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

4. Измерение электрических и неэлектрических величин/ Под ред. Н.Н.Евтихиева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. -349 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)

5. Виглеб Г. Датчики.- М.:Изд-во «Мир», 1989.- 200 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

6. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC: Пер. с англ. / Под ред. У. Томкинса, Дж. Уэбстера – М.: Мир, 1992. – 589 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

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

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В.Ф. Учебно-методический комплект (учебные методические пособия по

Согласована на портале № 8538

практическим занятиям, по самостоятельной работе студентов, по лабораторным работам) по дисциплине ИТиД . – Томск: 2012. [Электронный ресурс]. - http://esau.tusur.ru/docs/umk_izmertehnika.zip

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета (http://lib/tusur.ru, http://edu/tusur.ru), электронные информационно-справочные ресурсы кафедры КСУП

Согласована на портале № 8538