МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и технические измерения

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Самостоятельная работа	36	36	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 5 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 25294

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от « 8 » 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент, к.т.н. каф. КСУП	_____	В. Ф. Отчалко
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	_____	Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

профессор каф. КСУП, ТУСУР	_____	В. М. Зюзьков
доцент каф. РТС	_____	В. А. Громов

Согласована на портале № 25294

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей 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 ОПОП

Дисциплина «Метрология и технические измерения» (Б1.Б.14) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы теории цепей, Радиотехнические цепи и сигналы, Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике, Устройства генерирования и формирования сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные методы и средства измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов, оценки их точности, современные тенденции развития измерительной техники.

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

– **владеть** методологией и навыками использования средств 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
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	20	20
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Оформление отчетов по лабораторным работам	11	11
Проработка лекционного материала	3	3
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	14	14
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	8
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

Согласована на портале № 25294

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	Лек., ч	рак. за	б. раб.,	м. раб.,	в (без	Пр уе м ые ко м
5 семестр						
1 Основы метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений	12	10	4	10	36	ОПК-6
2 Методы и средства измерения физических величин.	20	4	12	17	53	ОПК-6
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	4	2	4	9	19	ОПК-6
Итого за семестр	36	16	20	36	108	
Итого	36	16	20	36	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	ое мк ос	м ые ко
5 семестр			
1 Основы метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов 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. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов прямых однократных технических измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ. Обработка результатов многократных равноточных измерений. Обработка результатов косвенных измерений.	12	ОПК-6
	Итого	12	
2 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. Осцилло-графические измерения. Измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Анализ спектра и параметров сложных сигналов. Автоматизация измерений	20	ОПК-6
	Итого	20	
3 Обеспечение единства измерений. Основы	Понятие метрологического обеспечения (МО). Понятие «единство измерений». Основные	4	ОПК-6

Согласована на портале № 25294

метрологического обеспечения.	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		
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

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
Предшествующие дисциплины			
1 Основы теории цепей		+	+
2 Радиотехнические цепи и сигналы		+	+
3 Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике	+		
4 Устройства генерирования и формирования сигналов	+	+	+
Последующие дисциплины			
1 Научно-исследовательская работа	+	+	+

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 25294

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Основы метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений	Измерение реактивных параметров электрических цепей.	4	ОПК-6
	Итого	4	
2 Методы и средства измерения физических вели-чин.	Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.	4	ОПК-6
	Исследование цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием.	4	
	Измерение разности фаз электрических сигналов.	4	
	Итого	12	
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Поверка СИ.	4	ОПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		20	

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 (часы)	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Основы метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений	Методические систематические погрешности. Введение поправок. Масштабные преобразователи. Контрольная работа (КР1).	2	ОПК-6
	Случайные погрешности . Доверительный интервал погрешности. Правила суммирования погрешностей.	2	
	Погрешности средств измерений, их нормирование. Основные и дополнительные погрешности. Классы точности. Обработка однократный прямых измерений. Контрольная работа (КР2).	2	
	Обработка многократных равно точных измерений. Контрольная работа (КР3).	2	
	Обработка результатов косвенных измерений. Контрольная работа (КР4).	2	
	Итого	10	
2 Методы и средства измерения физических вели-чин.	Измерение параметров электрических цепей. Мостовые измерения. Метод амперметра-вольтметра.	2	ОПК-6
	Измерение спектра сигналов. Осциллографические измерения.	2	
	Итого	4	

Согласована на портале № 25294

3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Поверка и калибровка средств измерений. Основы обеспечения единства измерений. Контрольная работа (КР5).	2	ОПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

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,	формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Основы метрологии. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	10		
2 Методы и средства измерения физических величин.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	17		
3 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-6	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	9		
Итого за семестр		36		

Согласована на портале № 25294

	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		72		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

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	12	6	12	30
Отчет по лабораторной работе		16	16	32
Тест			8	8
Итого максимум за период	12	22	36	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	12	34	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	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 25294

зачтено)		

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. - Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. - 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)
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. : Библиотека ТУСУР, (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2005. – 266 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 340 экз.)
2. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. №102-ФЗ. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=182748&fld=134&dst=100000001,0&rnd=0.20084391825863634#04139644920580401, дата обращения: 10.05.2018.
3. Дворяшин Б.В. Метрология и радиоизмерения: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ Борис Владимирович Дворяшин. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 304 с. (в библиотеке – 30 экз.): (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 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.-52с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
2. Измерительная техника и датчики: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам / Отчалко В. Ф. - 2016. 78 с.. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6629, дата обращения: 10.05.2018.
3. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2010.-52с. Пособие по практике: стр.10-18, 20-29. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
4. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное методическое пособие. – Томск: ТМЦДО, 2010.-52с. Пособие по самостоятельной работе: стр.9-10, 18-19, 29-30. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. new kcup.tusur.ru
2. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

Согласована на портале № 25294

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 306 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория метрологии и измерительной техники

учебная аудитория для проведения занятий практического типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Осциллограф аналоговый фирмы INSTEK (4 шт.);
- Осциллограф цифровой INSTEK;
- Генератор сигналов типа Г3 (2 шт.);
- Генератор сигналов типа Г5 (5 шт.);
- Частотомер цифровой Ч3-34;
- Милливольтметр В3-38 (2 шт.);
- Измеритель добротности Е9-4;
- Измеритель добротности Е4-4;
- Измеритель Е12-1(А);
- Измеритель Е12-1;
- Частотомер Ч3-44 (4 шт.);
- Измеритель RLC (2 шт.);
- Измеритель Е7-21;
- Амперметр-вольтметр-омметр АВО-5М (3 шт.);
- Мост Р329 (2 шт.);
- Вольтметр серии М (6 шт.);
- Источник питания постоянного тока (5 шт.);
- Источник питания постоянного тока программируемый (2 шт.);
- Магазин сопротивлений (3 шт.);
- Гальванометр;
- Вольтметр Ф-204/1 (в макете, 2 шт.);
- Фазометр серии Ф2 (4 шт.);
- Генератор-частотомер АНР-1001;
- Потенциометр ПП-63 (3 шт.);
- Делитель напряжения ДН-1;

Согласована на портале № 25294

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **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 комфортного просмотра.

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1).

Что такое средство измерений	техническое средство , предназначенное для

Согласована на портале № 25294

	измерений
	электронное техническое средство
	Техническое средство или комплекс технических средств для обработки измерительной информации

2).

Методом измерения называется	совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей
	совокупность приемов использования при измерении физического явления, на котором основано измерение
	Совокупность действий по обеспечению взаимодействия средства измерения с объектом

3).

Систематическая погрешность, это	погрешность, которая остается неизменной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины в одинаковых условиях
	погрешность, величина которой существенно превосходит величину погрешности, обусловленную условиями эксперимента
	погрешность измерения, когда измеряемая величина не изменяется во времени
	погрешность, которая не зависит от измеряемой величины

4).

Основная погрешность СИ, это	погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации
	погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации
	погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени
	погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы

5).

Случайная погрешность, это	погрешность, которая зависит от значения (размера) измеряемой величины
	погрешность, которая при повторных измерениях одной и той же величины в одинаковых условиях может изменяться по величине и по знаку
	Погрешность измерения обусловленная изменением измеряемой величины во времени

6).

Согласована на портале № 25294

Дополнительная погрешность СИ, это	погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени
	погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы
	погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации
	погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации

7).

Величина поправки, вносимой в результат измерения равна	величине случайной составляющей погрешности
	величине систематической составляющей погрешности
	величине полной погрешности измерения

8).

При измерении напряжения милливольтметр класса точности 1,0 с пределом шкалы 100 мВ показал 50 мВ. Определить погрешность измерения.	0,5 мВ
	1,0 мВ
	2,0 мВ

9).

При измерении емкости измеритель RLC класса точности 2,0/0,5 с пределом измерения 160 пФ показал 80 пФ. Определить погрешность измерения.	4 пФ
	1,6 пФ
	2 пФ

10).

Чему равна абсолютная погрешность дискретности цифрового измерительного прибора с разрешающей способностью ΔXкв	ΔXкв
	ΔXкв/√6
	ΔXкв/√12

11).

При измерении разности фаз сигналов фазометр с пределом шкалы 180º показал 135º. Из паспортных данных прибора известно, что основная погрешность составляет ±1 % от предела шкалы ± 1º. Определить погрешность измерения	1,8º
	2,8º
	2,35º

12).

При косвенном измерении сопротивления в соответствии с законом Ома R=U/I получено U= (30±0,4) В, I=(0,1±0,001) А. Определить результат и максимальную погрешность измерения.	300 Ом; 5,5 Ом
	300 Ом; 7,0 Ом
	300 Ом; 6,3 Ом

Согласована на портале № 25294

13).

Если предстоит измерить напряжение 220 В с погрешностью не превышающей ±1 %, то для этой цели необходимо взять вольтметр с пределом шкалы 300 В и класса точности	1,0/0,5
	1,5
	0,6

14).

В чем суть работы средств измерения, построенных по методу уравновешивающего преобразования	производится сравнение измеряемой величины с известной образцовой величиной, создаваемой цепью обратной связи прибора
	последовательная линейка измерительных преобразователей выполняет над измеряемой величиной операции, необходимые для получения результата
	результат измерения получают при специальной программной обработке дискретных выборок измеряемой величины

15).

Как работают цифровые измерители различных физических величин , использующие метод время-импульсного преобразования	измеряемая величина преобразуется в частоту счетных импульсов и подсчитывается число этих импульсов, вошедших в известный интервал времени
	измеряемая величина преобразуется в интервал времени, интервал заполняется высокостабильными счетными импульсами, число которых подсчитывается
	измеряемая величина преобразуется в длительность импульсов и подсчитывается число этих импульсов, вошедших в известный интервал времени

16).

Блок в структурной схеме цифрового измерительного прибора (ЦИП), определяющий его сущность называется	устройством управления
	цифровым отсчетным устройством
	аналого-цифровым преобразователем
	устройством сравнения

17).

Принцип действия цифрового частотомера	Подсчет моментов перехода измеряемого сигнала через ноль за известный интервал времени
	Выделение колебательной системой (фильтром) первой гармоники преобразования Фурье от измеряе6мого сигнала
	подсчет числа периодов измеряемого сигнала за известный интервал времени

18).

Вычислительные анализаторы спектра сигналов используют	преобразование Фурье от измеряемого сигнала
	преобразование Лапласа от измеряемого

Согласована на портале № 25294

	сигнала
	преобразование Фурье дискретных выборок измеряемого сигнала

19).

Поверка рабочих СИ, это:	совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения соответствия СИ метрологическим требованиям
	совокупность операций, выполняемых с целью определения действительных значений метрологических характеристик СИ
	совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения соответствия СИ требованиям технических регламентов

20).

В сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ) могут применяться	только СИ , прошедшие поверку
	только СИ, прошедшие калибровку
	СИ, прошедшие или поверку, или калибровку
	СИ, прошедшие процедуру утверждения типа

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Экзаменационные вопросы

по дисциплине «Метрология и технические измерения » (МиТИ).

Бакалавры.

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), виды их нормирования. Обработка результатов прямых однократных измерений.
10. Определение результата и погрешности косвенных измерений.
11. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений. Идентификация закона распределения случайной величины. Критерий Пирсона.
12. Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств.
13. Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.
14. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщённые структурные схемы. Виды детекторов.
15. Влияние формы кривой напряжения на показания вольтметров переменного тока.
16. Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием.
17. Цифровые вольтметры, использующие метод двойного интегрирования.
18. Цифровые интегрирующие вольтметры (с частотно импульсным преобразованием).
19. Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования.
20. Структура и принцип действия универсального электронного осциллографа. Основные

Согласована на портале № 25294

характеристики осциллографа.

21. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений.

22. Цифровые запоминающие осциллографы.

23. Цифровые частотомеры. Измерение временных интервалов.

24. Цифровые фазометры с время- импульсным преобразованием.

25. Мостовые методы измерения параметров цепей. Виды мостов. Их особенности. Области применения.

26. Цифровые измерители параметров цепей (с предварительным преобразованием параметра в напряжение, с время-импульсным преобразованием, с применением метода амперметра-вольтметра).

27. Панорамные измерители амплитудно-частотных характеристик цепей.

28. Измерение мощности сигналов (в том числе на СВЧ).

29. Анализ спектра сигналов (последовательный, параллельный анализ, вычислительные анализаторы спектра)

30. Измерение параметров сложных сигналов.

31. Особенности измерений параметров цепей и характеристик сигналов на СВЧ.

32. Измерительные генераторы

33. Автоматизация измерений: микропроцессорные СИ, информационно-измерительные системы.

34. Метрологическое обеспечение измерений (МО). Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц. Состав, задачи, полномочия служб.

35. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Сферы деятельности, в которых применяется государственное регулирование обеспечения единства измерений (ГРОЕИ).

36. Формы государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ). Их краткая характеристика.

37. Система передачи размеров единиц ФВ рабочим СИ. Эталоны, поверочные схемы.

38. Поверка и калибровка СИ.

14.1.3. Темы контрольных работ

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).

Типовые задачи и примеры их решения для первых четырех контрольных работ приводятся в УМП «Практика». Вопросы для контрольной работы №5 даются ниже.

Контрольная работа

Тема работы: Обеспечение единства измерений

(Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» №102-РФ 2008 г.)

1 Обеспечение единства и точности измерений. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений».

2 Основные принципы обеспечения единства измерений.

3 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).

4 Понятие метрологического обеспечения (МО). Научная и техническая основы МО.

5 Понятие метрологического обеспечения (МО). Правовая и организационная основы МО.

6 Виды и содержание работ по МО. Функции федерального агентства по метрологии, стандартизации и сертификации (Росстандарт), функции государственных научных метрологических институтов (ГНМИ) и государственных региональных центров мет-рологии.

7 Государственная метрологическая служба. Состав, задачи, полномочия.

Согласована на портале № 25294

8 Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц. Состав, задачи и полномочия служб.

9 Сферы деятельности, в которых применяется государственное регулирование обеспечения единства измерений (ГРОЕИ).

10 Формы государственного регулирования обеспечения единства измерений, их краткая характеристика.

11 Утверждение типа СИ.

12 Метрологическая экспертиза.

13 Государственный метрологический надзор.

14 Поверка средств измерения.

15 Виды поверки СИ, методы поверки.

16 Калибровка средств измерения.

17 Система воспроизведения единиц ФВ и передачи их размеров рабочим средствам измерения. Технические, организационные и нормативные основы системы.

18 Эталоны.

19 Поверочные схемы и методики поверки .

20 Правила выбора образцового средства измерения при поверке рабочего средства измерения.

21 Сертификация СИ.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Измерение реактивных параметров электрических цепей.

Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.

Исследование цифрового вольтметра с время-импульсным преобразованием.

Измерение разности фаз электрических сигналов.

Поверка СИ.

14.1.5. Темы самостоятельной работы

– Обеспечение единства измерений (сферы ГРОЕИ, формы ГРОЕИ; обязательные требования к измерениям, СИ, эталонам, единицам ФВ; метрологические службы; основы метрологического обеспечения измерений)

 Система воспроизведения единиц ФВ и передачи их размеров рабочим средствам измерения; эталоны; поверочные схемы; поверка и калибровка СИ

 Единицы ФВ. Международная система единиц (система СИ).

 Положения закона РФ "Об обеспечении единства измерений". Сферы ГРОЕИ.

 Основы метрологического обеспечения.

 Обязательные требования к измерениям, СИ, методикам выполнения измерений, единицам ФВ.

 Поверка и калибровка СИ.

 Система воспроизведения единиц ФВ и передачи их размера рабочим СИ. Эталоны, виды эталонов.

 .Автоматизация измерений.

 Электромеханические измерительные приборы.

 Измерительные генераторы

 Измерение коэффициента гармоник (нелинейных искажений)

 Измерение АЧХ.

 .Вычислительные анализаторы спектра.

 Измерение параметров сложных (модулированных) сигналов

 Измерение характеристик случайных сигналов

 Особенности измерений параметров цепей и характеристик сигналов на СВЧ

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены

Согласована на портале № 25294

дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 25294