

**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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2014 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	16	16	часов
2	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
3	Всего контактной работы	18	18	часов
4	Самостоятельная работа	153	153	часов
5	Всего (без экзамена)	171	171	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
7	Общая трудоемкость	180	180	часов
			5.0	З.Е.

Контрольные работы: 6 семестр - 1

Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

доцент каф. КСУП \_\_\_\_\_ В. Ф. Отчалко

Заведующий обеспечивающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО \_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)

\_\_\_\_\_ В. М. Зюзьков

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

\_\_\_\_\_ С. И. Богомолов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях» (МСиСВИК) является обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

### 1.2. Задачи дисциплины

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях» (Б1.Б.16) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математический анализ, Теория вероятностей и математическая статистика, Теория электрических цепей, Физика, Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Радиотехнические системы мониторинга, Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы стандартизации и метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации телекоммуникаций; основные методы и средства измерения физических величин

– **уметь** измерять параметры и характеристики оборудования, средств и систем связи, контролировать соответствие разрабатываемой документации нормативным документам

– **владеть** навыками экспериментальных измерений в системах связи, методами обработки результатов и оценки погрешности измерений

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная работа (всего)	18	18
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	16	16
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	153	153
Подготовка к контрольным работам	2	2
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	151	151
Всего (без экзамена)	171	171
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	

## 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	СРП, ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр					
1 Основы метрологии. Теория погрешностей. Обработка результатов измерений.	6	2	58	64	ОПК-6
2 Электрорадиоизмерения. Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений	6		55	61	ОПК-6
3 Обеспечение единства измерений.	2		20	22	ОПК-6
4 Техническое регулирование. Стандартизация и подтверждение соответствия.	2		20	22	ОПК-6
Итого за семестр	16	2	153	171	
Итого	16	2	153	171	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основы метрологии. Теория погрешностей. 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 косвенных измерений. Обработка результатов многократных равнозначных измерений.	6	ОПК-6
	Итого	6	
2	Обобщенные структурные схемы измери-	6	ОПК-6

Электрорадиоизмерения. Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений	тельных 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. Анализ спектра сигналов. Измерения в телекоммуникациях с разной средой распространения сигналов. Автоматизация измерений. Измерительные информационные системы.		
	Итого	6	
3 Обеспечение единства измерений.	Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». 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-6
	Итого	2	
4 Техническое регулирование. Стандартизация и подтверждение соответствия.	Основные положения закона РФ «О стандартизации в РФ». Основные понятия стандартизации. Принципы и цели стандартизации. Нормативные документы по стандартизации. Виды и методы стандартизации. Основные положения закона РФ «О техническом регулировании». Цели, принципы и формы подтверждения соответствия. Системы сертификации. Схемы сертификации. Сертификация в телекоммуникациях.	2	ОПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Математический анализ			+	
2 Теория вероятностей и математическая статистика			+	
3 Теория электрических цепей			+	+

4 Физика			+	+
5 Электроника				+
Последующие дисциплины				
1 Радиотехнические системы мониторинга			+	+
2 Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром	+	+	+	+

#### 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
	СРП	КСР	Сам. раб.	
ОПК-6	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Тест

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

#### 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

#### 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
6 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-6
Итого		2	

#### 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Основы метрологии. Теория погрешностей. Обработка результатов измерений.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	56	ОПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	58		
2 Электрорадиоизмерения. Методы и	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	55	ОПК-6	Тест, Экзамен

средства измерения физических величин. Автоматизация измерений	Итого	55		
3 Обеспечение единства измерений.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	20	ОПК-6	Тест, Экзамен
	Итого	20		
4 Техническое регулирование. Стандартизация и подтверждение соответствия.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	20	ОПК-6	Тест, Экзамен
	Итого	20		
	Выполнение контрольной работы	2	ОПК-6	Контрольная работа
Итого за семестр		153		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		162		

**10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)**  
Не предусмотрено РУП.

**11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**  
Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 17.09.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. №102-ФЗ. Доступ из личного кабинета студента [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=182748&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.20084391825863634#04139644920580401> (дата обращения: 17.09.2018).

2. Закон "О техническом регулировании" №184 от 2002 г. Доступ из личного кабинета студента [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=221339&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.01494960842552151#00974569121889789> (дата обращения: 17.09.2018).

3. Закон "О стандартизации" №162 от 2015 г. Доступ из личного кабинета студента [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=200912&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.7482183935662082#007409352173854467> (дата обращения: 17.09.2018).

3. Закон "О стандартизации" №162 от 2015 г. Доступ из личного кабинета студента [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=200912&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.7482183935662082#007409352173854467> (дата обращения: 17.09.2018).

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]:

Учебное методическое пособие. - Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 17.09.2018).

2. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы студентов заочной формы обучения технических направлений, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий/ В.Ф.Отчалко, Ю.А. Шурыгин - Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 17.09.2018).

3. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: электронный курс/В.Ф.Отчалко - Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента

### **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. <http://new.kcup.tusur.ru/library>
2. <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>
3. [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (доступ из личного кабинета студента по ссылке <https://study.tusur.ru/study/download/> )

## **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 дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов  
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)



- КонсультантПлюс (с возможностью удаленного доступа)

### **13.1.2. 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 действительное значение ФВ?
  - а) значение ФВ, настолько близкое к истинному значению ФВ, что может его заменить;
  - б) значение ФВ, найденное экспериментальным путем с помощью средства измерения;
  - в) значение ФВ, найденное экспериментальным путем, после введения поправки.
- 2) Укажите пример прямого измерения
  - а) напряжение измерено вольтметром ;

- б) напряжение измерено в соответствии с законом Ома;
- в) определена зависимость емкости варикапа от величины напряжения:

3) Что такое средство измерений?

- а) техническое средство, предназначенное для проведения измерений;
- б) электронное техническое средство;
- в) техническое средство или комплекс технических средств, обеспечивающих требуемую

обработку информации.

4) Что такое дифференциальный метод измерения ФВ?

а) метод сравнения с мерой, при котором прибором измеряется разность между измеряемой и образцовой величиной;

б) метод сравнения с мерой, при котором разность между измеряемой и образцовой величиной доводят до нуля;

в) метод, при котором результат измерения снимается с индикатора измерительного прибора;

г) метод, при котором сначала измеряется искомая величина, затем на вход прибора подается образцовая величина и она изменяется до того же показания прибора, что было при измерении неизвестной величины.

5) Что такое основная погрешность СИ?

а) погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации;

б) погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации;

в) погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы.

б) Известно, что для случайной погрешности измерения емкости, равномерно распределенной с нулевым математическим ожиданием, границы доверительного интервала с доверительной вероятностью 0,5 равны 3 Гц. Определить максимально возможные границы интервала погрешности.

Ответ записать, ограничиваясь десятичными с учетом общепринятых правил округления (например: 2,7).

7) При измерении напряжения милливольтметр класса точности 1,0 с пределом шкалы 100 мВ показал 87,3 мВ.

Записать результат измерения.

Ответ записать в соответствии с правилами представления результата с указанием размерности измеряемой величины.

8) Если выходной код АЦП создается последовательно во времени с дискретом, равным стоимости единицы младшего разряда кода, то это АЦП, построенное по методу

9) Для цифрового измерения \_\_\_\_\_ периодического сигнала необходимо сосчитать число его периодов за известный интервал времени.

10) Целенаправленное и планомерное установление требований не только к продукции в целом, но и к ее составляющим элементам – это \_\_\_\_\_ стандартизация.

11) Что такое система сертификации?

а) совокупность правил выполнения работ по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям и участников, выполняющих эти работы;

б) совокупность действий, результаты которых рассматриваются в качестве доказательств соответствия продукции установленным требованиям;

в) совокупность метрологических служб государственных органов управления и юридических лиц, выполняющих работы по метрологическому обеспечению производства и реализации продукции.

12) Что такое автоматические СИ?

а) СИ, не связанные с процессом передачи размера единицы ФВ;

б) СИ, предназначенные для передачи размера единицы ФВ;

в) СИ, выполняющие все измерительные операции без участия оператора.

13) Что такое рабочие СИ?

а) СИ, не связанные с процессом передачи размера единицы ФВ;

б) СИ, предназначенные для передачи размера единицы ФВ;

в) СИ, выполняющие все измерительные операции без участия оператора.

14) Что представляет собой метод непосредственной оценки при измерении ФВ?

а) метод сравнения с мерой, при котором прибором измеряется разность между измеряемой и образцовой величиной;

б) метод сравнения с мерой, при котором разность между измеряемой и образцовой величиной доводят до нуля;

в) метод, при котором результат измерения снимается с индикатора измерительного прибора;

г) метод, при котором сначала измеряется искомая величина, затем на вход прибора подается образцовая величина, и она изменяется до того же показания прибора, что было при измерении неизвестной величины.

15) Что представляет собой дополнительная погрешность СИ?

а) погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации;

б) погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации;

в) погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы.

16) Что представляет собой погрешность дискретности цифровых СИ?

а) погрешность за счет отличия реальных уровней квантования от идеальных;

б) методическая погрешность, обусловленная представлением непрерывной измеряемой величины в цифровом виде;

в) инструментальная погрешность из-за неидеальности характеристики сравнивающего устройства АЦП.

17) \_\_\_\_\_ измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в допусках единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

18) Совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик СИ – это \_\_\_\_\_ СИ.

19) В электрической цепи с сопротивлением нагрузки 10 кОм измеряется ток амперметром с пределом шкалы 1 мА класса точности 1,0 с внутренним сопротивлением 1 кОм. Показания прибора 0,98 мА. Устранить систематическую методическую погрешность.

Записать исправленный результат измерения.

Ответ записать в соответствии с правилами представления результата с указанием размерности измеряемой величины.

20) Что такое систематические погрешности?

а) погрешности, которые остаются неизменными или закономерно изменяются при повторных измерениях одной и той же величины;

б) погрешности, которые при повторных измерениях одной и той же величины хаотично изменяются по величине и знаку;

в) погрешности, величина которых существенно превосходит величину погрешности, обусловленную условиями измерительного эксперимента.

#### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1) Что представляет собой понятие «испытание»?

а) определение характеристик объекта, характеристик его функционирования;

б) определение соответствия параметра объекта установленным требованиям или нормам;

в) определение размера характеристики (ФВ) объекта.

2) С какой целью проводят многократные измерения?

а) для уменьшения случайной погрешности результата измерения;

б) для обнаружения и определения промахов;

в) для устранения систематической погрешности.

3) Что такое рабочие СИ?

- а) СИ, не связанные с процессом передачи размера единицы ФВ;
- б) СИ, предназначенные для передачи размера единицы ФВ;
- в) СИ, выполняющие все измерительные операции без участия оператора.

4) Что такое нулевой метод измерения?

- а) метод сравнения с мерой, при котором прибором измеряется разность между измеряемой и образцовой величиной;
- б) метод сравнения с мерой, при котором разность между измеряемой и образцовой величиной доводят до нуля;
- в) метод, при котором результат измерения снимается с индикатора измерительного прибора;
- г) метод, при котором сначала измеряется искомая величина, затем на вход прибора подается образцовая величина, и она изменяется до того же показания прибора, что было при измерении неизвестной величины.

5) Что такое систематические погрешности?

- а) погрешности, которые остаются неизменными или закономерно изменяются при повторных измерениях одной и той же величины;
- б) погрешности, которые при повторных измерениях одной и той же величины хаотично изменяются по величине и знаку;
- в) погрешности, величина которых существенно превосходит величину погрешности, обусловленную условиями измерительного эксперимента.

6) При измерении напряжения получены следующие результаты:  $U=120,56$  В. Составляющие НСП:  $Q_1=1$  В,  $Q_2=1,5$  В;  $Q_3=1,2$  В. Среднеквадратические отклонения (СКО) случайных погрешностей, распределенных по нормальному закону:  $S_1=0,8$  В;  $S_2=0,6$  В, .

Записать результат измерения для доверительной вероятности  $P=0,95$ .

7) При измерении силы тока миллиамперметр с пределом шкалы 100 мА класса точности 1,0 показал 79,54 мА.

Записать результат измерения.

8) При многократных измерениях напряжения получены следующие результаты: 10; 10,1; 10,2; 9,8; 9,9; 10; 9,9; 10,1; 11,0; 10 В.

Записать результат измерения при доверительной вероятности 0,95.

9) Условием баланса (равновесия) моста при измерении RLC является:

- а) произведения противоположных плеч моста равны между собой;
- б) произведения смежных плеч моста равны между собой;
- в) суммы противоположных плеч моста равны между собой;
- г) суммы смежных плеч моста равны между собой.

9) Совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия СИ метрологическим требованиям – это \_\_\_\_\_ СИ.

10) Простое сокращение при производстве изделия марок материалов, комплектующих изделий и прочего до количества, технически и экономически целесообразного носит в стандартизации название метода \_\_\_\_\_.

11) Что такое схема сертификации?

- а) совокупность правил выполнения работ по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям и участников, выполнявших эти работы;

б) совокупность действий, результаты которых рассматриваются в качестве доказательств соответствия продукции установленным требованиям;

в) совокупность метрологических служб государственных органов управления и юридических лиц, выполняющих работы по метрологическому обеспечению производства и реализации продукции.

12) Какие характеристики СИ относятся к метрологическим характеристикам?

- а) диапазон измерений;
- б) частотный диапазон;
- в) потребляемая мощность из сети;
- г) статическая характеристика преобразования;
- д) основная погрешность СИ;
- е) устойчивость к механическим воздействиям;
- ж) пробивное напряжение изоляции СИ;
- з) дополнительная погрешность СИ.

13) Какой из методов измерения ФВ потенциально наиболее точен?

- а) метод непосредственной оценки;
- б) метод замещения;
- в) дифференциальный метод;
- г) метод совпадения

14) Что такое случайные погрешности?

а) погрешности, которые остаются неизменными или закономерно изменяются при повторных измерениях одной и той же величины;

б) погрешности, которые при повторных измерениях одной и той же величины хаотично изменяются по величине и знаку;

в) погрешности, величина которых существенно превосходит величину погрешности, обусловленную условиями измерительного эксперимента.

15) Что представляет собой методическая погрешность?

- а) погрешность из-за несовершенства средства измерения;
- б) погрешность, обусловленная несовершенством метода измерения и модели объекта измерения;

в) погрешность, обусловленная внешними условиями измерительного эксперимента.

16) При поверке амперметра получено, что 60% нормально распределенных случайных погрешностей не превышает 2 мА. Определить вероятность того, что погрешность не будет больше 3 мА.

17) При измерении напряжения вольтметр класса точности 1,0 с пределом шкалы 10 В показал 8,59 В. Измерения проводились при температуре 50 град С. Из паспортных данных прибора известно, что нормальные условия измерения 20 град С и дополнительная температурная погрешность не превышает половины основной при изменении температуры на каждые 20 град.С. Записать результат измерения при доверительной вероятности 0,95.

18) Что такое грубые погрешности?

а) погрешности, которые остаются неизменными или закономерно изменяются при повторных измерениях одной и той же величины;

б) погрешности, которые при повторных измерениях одной и той же величины хаотично изменяются по величине и знаку;

в) погрешности, величина которых существенно превосходит величину погрешности, обусловленную условиями измерительного эксперимента.

19) Выберите методы коррекции систематической погрешности

- а) метод устранения источников погрешности перед началом измерений;
- б) метод замещения;
- в) метод введения поправки в результат измерения;
- г) метод компенсации погрешности по знаку;
- д) метод рандомизации

20) Специальный нормативный документ, устанавливающий средства, методы и точность передачи размеров единиц ФВ от эталона рабочим СИ называется \_\_\_\_\_ схемой.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Тема 1) Систематические и случайные погрешности.

Случайная погрешность измерения напряжения распределена по нормальному закону. При обработке результатов измерений получены следующие оценки погрешности: систематическая погрешность равна +20 мВ, среднеквадратическое отклонение случайной погрешности (СКП) 20 мВ.

Определить вероятность того, что погрешность измерения находится в пределах  $\pm 60$  мВ.

Тема 2) Суммирование погрешностей:

При измерении напряжения получено среднее арифметическое многократных измерений  $\bar{U} = 115,74$  мВ;

составляющие СКП  $S_1 = 1,2$  мВ,  $S_2 = 0,8$  мВ,  $S_3 = 1,0$  мВ; составляющие НСП  $\theta_1 = 0,8$  мВ,  $Q_2 = 0,6$  мВ;  $Q_3 = 0,5$  мВ. Записать результаты измерения при доверительной вероятности  $P_D = 0,95$ .

Тема 3) Обработка однократных прямых измерений.

При измерении напряжения вольтметр класса точности  $\gamma = 1,0$  с пределом шкалы  $U_{шк} = 10$  В показал  $U_{изм} = 8,59$  В. Измерения проводились при температуре  $t_{изм} = 50^\circ\text{C}$ . Из паспортных данных прибора известно,

что нормальные условия измерения  $t_{норм} = 20^\circ\text{C}$  и дополнительная температурная погрешность не превышает половины основной при изменении температуры на каждые  $20^\circ\text{C}$ .

Записать результат измерения.

Тема 4) Обработка многократных измерений.

При многократных измерениях силы тока получены следующие результаты:

20; 20.2; 20.4; 19.6; 19.8; 20; 19.8; 20.2; 21.6; 20 мА.

Записать результат измерения при доверительной вероятности  $P_D = 0.9$ .

Тема 5) Обработка косвенных измерений.

Определить результат и погрешность косвенного измерения реактивной мощности  $Q = U I \sin \varphi$  по результатам прямых измерений:  $U = 75$  В - показания вольтметра класса точности 2,0 с пределом шкалы 100 В;

$I = 4$  А - показания амперметра класса точности 1,0/0,5 с пределом шкалы 5 А;  $\varphi = 30$  град, границы интервала погрешности  $\varphi$  составляют 1 град.

### 14.1.4. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств теле-

коммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены 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.