**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 - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
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 | 12 | 12 | часов |
| 2 | Контроль самостоятельной работы | 2 | 2 | часов |
| 3 | Всего контактной работы | 14 | 14 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 121 | 121 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 135 | 135 | часов |
| 6 | Подготовка и сдача экзамена | 9 | 9 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | | 4.0 | З.Е. |

Контрольные работы: 6 семестр - 1
Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 46621

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от «31» 8 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 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.
ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО) _____ Ю. В. Морозова

Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП) _____ В. М. Зюзьков

Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ) _____ Н. С. Легостаев

Согласована на портале № 46621

## 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

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Микроэлектроника, Теоретические основы электротехники, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Безопасность жизнедеятельности, Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика, Учебно-исследовательская работа.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

– ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы метрологического обеспечения измерений; основные методы и средства измерения физических величин, тенденции развития современной измерительной техник

– **уметь** измерять физические величины, обрабатывать и представлять результаты измерений

– **владеть** навыками современных (с учетом тенденций развития измерительной техники) экспериментальных измерений, методами обработки и представления 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 |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| Контактная работа (всего) | 14 | 14 |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП) | 12 | 12 |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | 2 | 2 |
| Самостоятельная работа (всего) | 121 | 121 |
| Подготовка к контрольным работам | 2 | 2 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 119 | 119 |
| Всего (без экзамена) | 135 | 135 |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | 9 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |

Согласована на портале № 46621

| | | |
|---|---|---|
| Зачетные Единицы | 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 | СРП, ч | КСР, ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | | |
| 1 Основы метрологии. Теория погрешностей. Обработка результатов измерений. | 5 | 2 | 56 | 61 | ОПК-5, ОПК-7 |
| 2 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений | 5 | | 55 | 60 | ОПК-5, ОПК-7 |
| 3 Обеспечение единства измерений. | 2 | | 10 | 12 | ОПК-5, ОПК-7 |
| Итого за семестр | 12 | 2 | 121 | 135 | |
| Итого | 12 | 2 | 121 | 135 | |

### 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 ре-зультата измерения. Обработка результатов прямых однократных технических измерений. Нормирование основной и дополнительной погрешностей СИ. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов многократных равноточных измерений. | 5 | ОПК-5, ОПК-7 |
| | Итого | 5 | |
| 2 Методы и средства измерения физических величин. | Обобщенные структурные схемы измерительных прибо-ров. Принципы построения цифровых СИ. Методы и средства из- | 5 | ОПК-5, ОПК-7 |

Согласована на портале № 46621

| | | | |
|---|---|---|---|
| Автоматизация измерений | мерения напряжения, тока и мощности. Измерение параметров цепей. Исследование формы сигнала. Осцилло-графические измерения. Измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Анализ спектра сигналов. Датчики. Автоматизация измерений. Измерительные информационные системы. | | |
| | Итого | 5 | |
| 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. Основы стандартизации и сертификации. | 2 | ОПК-5, ОПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

### 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 Математика | + | | |
| 2 Микроэлектроника | | + | |
| 3 Теоретические основы электротехники | | + | |
| 4 Физика | | + | |
| Последующие дисциплины | | | |
| 1 Безопасность жизнедеятельности | + | + | + |
| 2 Научно-исследовательская работа | + | + | + |
| 3 Преддипломная практика | + | + | + |
| 4 Учебно-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

| Компетенци | Виды занятий | Формы контроля |
|---|---|---|

Согласована на портале № 46621

| и | СРП | КСР | Сам. раб. | |
|---|---|---|---|---|
| ОПК-5 | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Тест |
| ОПК-7 | + | + | + | 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-5, ОПК-7 |
| 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 | 54 | ОПК-5, ОПК-7 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 2 | | |
| | Итого | 56 | | |
| 2 Методы и средства измерения физических величин. Автоматизация измерений | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 55 | ОПК-5, ОПК-7 | Тест, Экзамен |
| | Итого | 55 | | |
| 3 Обеспечение единства измерений. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 10 | ОПК-5, ОПК-7 | Тест, Экзамен |
| | Итого | 10 | | |
| | Выполнение контрольной работы | 2 | ОПК-5, ОПК-7 | Контрольная работа |
| Итого за семестр | | 121 | | |

Согласована на портале № 46621

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 130 | | |

**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: 20.09.2018).

**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: 20.09.2018).

**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: 20.09.2018).
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: 20.09.2018).
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

Согласована на портале № 46621

3. 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 звуко-

Согласована на портале № 46621

усиливающей 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.

Согласована на портале № 46621

6) Известно, что для случайной погрешности измерения емкости, равновероятно 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 десятыми 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) Что является отличительной особенностью сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений?

а) к измерениям предъявляются добровольно принимаемые требования;

б) к измерениям предъявляются обязательные требования;

в) в области измерений организуется взаимодействие с международными метрологическими организациями.

.11) Что такое аддитивная погрешность?

а) погрешность, которая не зависит от измеряемой величины;

б) погрешность, которая зависит от измеряемой величины;

в) погрешность измерения, когда измеряемая ФВ изменяется во времени;

г) погрешность измерения, когда измеряемая ФВ не изменяется во времени.

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.

Согласована на портале № 46621

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 допускаемых 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

Согласована на портале № 46621

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: Q1=1 В , Q2=1,5 В; Q3=1,2 В. Среднеквадратические отклонения (СКО) случайных погрешностей, распределенных по нормальному закону: S1=0,8 В; S2=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) Что представляет собой мультипликативная погрешность?

а) погрешность, которая не зависит от измеряемой величины;

б) погрешность, которая зависит от измеряемой величины;

в) погрешность измерения, когда измеряемая ФВ изменяется во времени;

г) погрешность измерения, когда измеряемая ФВ не изменяется во времени. .

11) Что представляет собой метод замещения?

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

Согласована на портале № 46621

неизвестной величины.

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;

Согласована на портале № 46621

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 ±60 мВ.

Тема 2) Суммирование погрешностей:

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

составляющие СКП S1 = 1,2 мВ , S2 = 0,8 мВ, S3 = 1,0 мВ ; составляющие НСП θ1 = 0,8 мВ, Q2 = 0,6 мВ; Q3 = 0,5 мВ. Записать результаты измерения при доверительной вероятности РД = 0,95.

Тема 3) Обработка однократных прямых измерений.

При измерении напряжения вольтметр класса точности γ = 1,0 с пределом шкалы Uшк = 10 В показал Uизм= 8,59 В. Измерения проводились при температуре tизм=50°С. Из паспортных данных прибора известно ,

что нормальные условия измерения tнорм=20°С и дополнительная температурная погрешность не превышает половины основной при изменении температуры на каждые 20°С.

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 Рд= 0.9.

.Тема 5) Обработка косвенных измерений.

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

I=4А - показания амперметра класса точности 1,0/0,5 с пределом шкалы 5 А; f = 30 град, границы интервала погрешности f 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 дисци-

Согласована на портале № 46621

плины.

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 телекоммуникации.

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, адапти-

Согласована на портале № 46621

рованных 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 № 46621