**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

# Измерения в телекоммуникационных системах

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем**
Направленность (профиль) / специализация: **Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9**
Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 8 семестр | 9 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 16 | 32 | 48 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 24 | 42 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 34 | 72 | 106 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 2 | 72 | 74 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 36 | 144 | 180 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 36 | 180 | 216 | часов |
| | | 1.0 | 5.0 | 6.0 | З.Е. |

Зачет: 8 семестр
Экзамен: 9 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 27207

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «15» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, утвержденного 16.11.2016 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 РТФ | _____ | К. Ю. Попова |
| Заведующий выпускающей каф. РСС | _____ | А. В. Фатеев |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП) | _____ | В. М. Зюзьков |
| Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС) | _____ | Ю. В. Зеленецкая |

Согласована на портале № 27207

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Измерения в телекоммуникационных системах» (ИвТКС) является обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

Достижение указанных целей способствует пониманию социальной значимости своей будущей профессии, обладанию высокой мотивации к выполнению профессиональной деятельности в области обеспечения информационной безопасности и защиты интересов личности, общества и государства, соблюдению норм профессиональной этики, а также формированию профессиональных компетенций

ПК-2 - способность формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов

ПК-9 - способность участвовать в проведении аттестации телекоммуникационных систем по требованиям защиты информации

### 1.2. Задачи дисциплины

– Изучение теоретических основ метрологии, положений теории погрешностей, изучение методов измерений физических величин,принципов построения средств измерений, способов обработки результатов измерений, изучение системы обеспечения единства измерений.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Измерения в телекоммуникационных системах» (Б1.Б.34) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математический анализ, Общая физика, Теория вероятностей и математическая статистика, Теория радиотехнических сигналов, Теория электрических цепей, Электроника и схемотехника.

Последующими дисциплинами являются: Безопасность жизнедеятельности, Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика, Системы радиосвязи и сети телерадиовещания.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-5 способностью понимать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности в области обеспечения информационной безопасности и защиты интересов личности, общества и государства, соблюдать нормы профессиональной этики;

– ПК-2 способностью формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов;

– ПК-9 способностью участвовать в проведении аттестации телекоммуникационных систем по требованиям защиты информации;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, приемы обработки, оценки достоверности и способы представления экспериментальных данных.

– **уметь** измерять параметры и характеристики оборудования телекоммуникаций; формулировать задачи, планировать и проводить экспериментальные исследования объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов; принимать участие в проведении аттестации телекоммуникационных систем по требованиям технической защиты информации

– **владеть** навыками экспериментальных испытаний телекоммуникационных систем, методами обработки результатов, оценки их достоверности и определения погрешностей измерений.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в табли-

Согласована на портале № 27207

це 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 8 семестр | 9 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 106 | 34 | 72 |
| Лекции | 48 | 16 | 32 |
| Практические занятия | 42 | 18 | 24 |
| Лабораторные работы | 16 | | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 74 | 2 | 72 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | | 12 |
| Подготовка к лабораторным работам | 4 | | 4 |
| Проработка лекционного материала | 23 | 1 | 22 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 35 | 1 | 34 |
| Всего (без экзамена) | 180 | 36 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 216 | 36 | 180 |
| Зачетные Единицы | 6.0 | 1.0 | 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 | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | | | |
| 1 Основы метрологии. Основы теории погрешностей. | 8 | 10 | 0 | 1 | 19 | ПК-2, ПК-9 |
| 2 Обработка результатов измерений. | 8 | 8 | 0 | 1 | 17 | ПК-2, ПК-9 |
| Итого за семестр | 16 | 18 | 0 | 2 | 36 | |
| 9 семестр | | | | | | |
| 3 Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах. Автоматизация измерений | 26 | 23 | 12 | 62 | 123 | ОК-5, ПК-2, ПК-9 |
| 4 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения. | 6 | 1 | 4 | 10 | 21 | ОК-5, ПК-2, ПК-9 |
| Итого за семестр | 32 | 24 | 16 | 72 | 144 | |
| Итого | 48 | 42 | 16 | 74 | 180 | |

Согласована на портале № 27207

**5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)**

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 Основы метрологии. Основы теории погрешностей. | Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин (ФВ). Классификации видов измерений, методов и средств измерений (СИ). Основные метрологические характеристики СИ. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей. Систематические погрешности, методы обнаружения и исключения систематических погрешностей. Случайные погрешности, точечные оценки и доверительный интервал погрешности . Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. | 8 | ПК-2, ПК-9 |
| | Итого | 8 | |
| 2 Обработка результатов измерений. | Обработка результатов прямых однократных технических измерений. Нормирование основной и дополнительной по-грешностей СИ. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов многократных равноточных измерений | 8 | ПК-2, ПК-9 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| 9 семестр | | | |
| 3 Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах. Автоматизация измерений | Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Принципы построения цифровых СИ. Методы и средства измерения напряжения, тока и мощности. Измерение параметров цепей. Исследование формы сигнала. Ос-циллографические измерения. Измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Автоматизация измерений. Информационно-измерительные системы. Измерения в телекоммуникационных системах с разными средами распро-странения сигналов (электрические, оптические, радио). Современная аппаратура для измерений в телекоммуника-ционных системах. | 26 | ОК-5, ПК-2, ПК-9 |
| | Итого | 26 | |
| 4 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения. | Общие сведения о роли метрологического обеспечения (МО) в общем плане и в телекоммуникациях. Основные понятия и задачи метрологического обеспечения. Особенности метрологического обеспечения в области телекоммуникаций и радиоэлектронике. Основные положения закона РФ «Об | 6 | ОК-5, ПК-2, ПК-9 |

Согласована на портале № 27207

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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 | | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 32 | |
| Итого | | 48 | |

### 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 Общая физика | + | + | + | |
| 3 Теория вероятностей и математическая статистика | + | + | + | |
| 4 Теория радиотехнических сигналов | | | + | |
| 5 Теория электрических цепей | | | + | |
| 6 Электроника и схемотехника | | | + | |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 Безопасность жизнедеятельности | + | + | + | + |
| 2 Научно-исследовательская работа | + | + | + | + |
| 3 Преддипломная практика | + | + | + | + |
| 4 Системы радиосвязи и сети телерадиовещания | | | + | + |

### 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. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест |

Согласована на портале № 27207

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ПК-2 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест |
| ПК-9 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | |
| 3 Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах. Автоматизация измерений | Измерение сопротивлений на постоянном токе. | 4 | ОК-5, ПК-2, ПК-9 |
| | Измерение реактивных параметров электрических цепей резонансными методами. | 4 | |
| | Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов. | 4 | |
| | Итого | 12 | |
| 4 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения. | Поверка средств измерений | 4 | ОК-5, ПК-2, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

## 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, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 Основы метрологии. Основы теории погрешностей. | Систематические погрешности. Введение поправок. Масштабные преобразователи. Контрольная работа КР1. | 2 | ПК-2, ПК-9 |
| | Методические систематические погрешности ( метод амперметра-вольтметра, мостовые измерения). Контрольная работа КР2. | 2 | |
| | Случайные погрешности. Законы распределения , точечные оценки. | 2 | |

Согласована на портале № 27207

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Доверительный интервал случайной погрешности. Контрольная работа КР3 | 2 | |
| | Правила суммирования погрешностей. Контрольная работа КР4. | 2 | |
| | Итого | 10 | |
| 2 Обработка результатов измерений. | Погрешности средств измерений (СИ). Виды нормирования основных погрешностей СИ. Классы точности. | 2 | ПК-2, ПК-9 |
| | Дополнительные погрешности СИ. Обработка результатов однократных прямых измерений. | 2 | |
| | Многократные равноточные измерения. Обнаружение и устранение промахов.Определение результата и погрешности измерений. | 2 | |
| | Косвенные измерения. Особенности обработки косвенных измерений. | 2 | |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| 9 семестр | | | |
| 3 Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах. Автоматизация измерений | Обобщенные структурные схемы средств измерения (СИ). Погрешности СИ. Определение результата и погрешности однократных прямых измерений. Контрольная работа КР5. | 2 | ОК-5, ПК-2, ПК-9 |
| | Эксплуатационные (рабочие) погрешности СИ . Суммирование погрешностей. | 2 | |
| | Результат и погрешности многократных равноточных измерений. Контрольная работа КР6. | 2 | |
| | Результат и погрешности косвенных измерений. Контрольная работа КР7. | 2 | |
| | Измерения параметров цепей. Метод амперметра - вольтметра, метод моста. | 2 | |
| | Осциллографические измерения. | 2 | |
| | Цифровые приборы. Методы построения, характеристики. | 2 | |
| | Семиуровневая модель открытых систем. Особенности измерений в телекоммуникационных системах (ТКС). | 2 | |
| | Глазковая диаграмма, диаграмма состояний. | 2 | |
| | Измерение джиттера. Измеряемые характеристики, методы и средства измерений в ТКС с электрическим кабелем. | 2 | |
| | Измеряемые характеристики, методы и средства измерений в ТКС с оптическим кабелем. | 2 | |
| | Измеряемые характеристики, методы и средства измерения в радиоэфирных ТКС . | 1 | |
| | Итого | 23 | |

Согласована на портале № 27207

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения. | Поверка и калибровка СИ.Контрольная работа КР8. | 1 | ОК-5, ПК-2, ПК-9 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 42 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| 1 Основы метрологии. Основы теории погрешностей. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2, ПК-9 | Зачет, Контрольная работа, Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 2 Обработка результатов измерений. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ПК-2, ПК-9 | Зачет, Контрольная работа, Тест |
| | Итого | 1 | | |
| Итого за семестр | | 2 | | |
| 9 семестр | | | | |
| 3 Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах. Автоматизация измерений | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОК-5, ПК-2, ПК-9 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |

Согласована на портале № 27207

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 20 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | | |
| | Итого | 62 | | |
| 4 Обеспечение единства измерений. Основы метрологического обеспечения. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-5, ПК-2, ПК-9 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Подготовка к лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 72 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 110 | | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| Зачет | | | 20 | 20 |
| Контрольная работа | 30 | 15 | 15 | 60 |
| Тест | | | 20 | 20 |

Согласована на портале № 27207

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Итого максимум за период | 30 | 15 | 55 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 45 | 100 | 100 |
| 9 семестр | | | | |
| Контрольная работа | 14 | 7 | 7 | 28 |
| Отчет по лабораторной работе | | 16 | 16 | 32 |
| Тест | | | 10 | 10 |
| Итого максимум за период | 14 | 23 | 33 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 14 | 37 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов/ В.И. Нефёдов и др. – М.: Высшая школа, 2005. – 598 с.: ил. (в библиотеке – 78 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 78 экз.)

2. Отчалко В.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. – 208с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 62 экз.)

Согласована на портале № 27207

### 12.2. Дополнительная литература

1. 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. Дата обращения 08.05.2018г. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182748/, дата обращения: 23.05.2018.
3. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие/ К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов. – СПБ.: Питер, 2006. – 368 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Отчалко В.Ф. 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: 23.05.2018.
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. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh
2. new kcup.tusur.ru

## 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.

Согласована на портале № 27207

**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, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 220 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, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного 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;
- 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.

Согласована на портале № 27207

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 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

Согласована на портале № 27207

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). 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
1,5 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
3 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

Согласована на портале № 27207

2,5

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

300Ом; 4,3 Ом

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

1,0

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). Рефлектометр:

определяет характеристики джиттера в телекоммуникациях

определяет расстояние до неоднородностей и вид неоднородностей в кабельных телекоммуникациях

определяет характеристики модуляции сигналов в радиоэфирных телекоммуникациях

определяет величину трафика в телекоммуникациях

18). Принцип действия цифрового частотомера

подсчет моментов перехода измеряемого сигнала через ноль за известный интервал времени

выделение колебательной системой (фильтром) первой гармоники преобразования Фурье от измеряебмого сигнала

подсчет числа периодов измеряемого сигнала за известный интервал времени

Согласована на портале № 27207

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:

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 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.

Согласована на портале № 27207

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

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

30. Измерения в телекоммуникационных системах с электрическим кабелем.

31. Измерения в телекоммуникационных системах с оптическим кабелем.

32. Измерения в радиоэфирных телекоммуникационных системах.

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**

1). КР1. Систематические погрешности. Введение поправок. Масштабные преобразователи.

2). КР2. Методические систематические погрешности(метод амперметра-вольтметра).

3). КР3. Доверительный интервал случайной погрешности.

;). КР4. Правила суммирования погрешностей.

5). КР5. Погрешности средств измерений .Обработка однократных прямых измерений.

6). КР6. Результат и погрешность многократных равноточных измерений.

7). КР7. Результат и погрешность косвенных измерений.

8). КР8. Обеспечение единства измерений.

**14.1.4. Зачёт**

Вопросы на зачет (8 семестр).:

1). Суть термина "метрология". Теоретическая, законодательная и практическая метрология.

2). Что такое "физическая величина" (ФВ)?

3). Суть термина "измерение". Виды измерений.

4). Единицы ФВ. Международная система единиц СИ.

5). Суть термина "метод измерения". Классификация методов измерений.

6). Суть термина "средство измерений" (СИ). Классификация СИ.

7). Метрологические характеристики СИ.

8). Характеристики качества измерений.

9). Погрешности измерений. Классификация погрешностей измерений.

10). Систематические погрешности.

11). Случайные погрешности.

12). Доверительный интервал погрешности.

13). Нормирование погрешностей СИ.

14). Алгоритм обработки однократных прямых измерений.

15). Алгоритм обработки многократных равноточных измерений.

16). Алгоритм обработки косвенных измерений.

**14.1.5. Темы лабораторных работ**

Измерение сопротивлений на постоянном токе.

Измерение реактивных параметров электрических цепей резонансными методами.

Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов.

Поверка средств измерений

14.1.6. Темы самостоятельных работ

Согласована на портале № 27207

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

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

3).Единицы ФВ. Международная система единиц (система СИ).

4).Автоматизация измерений.

5).Электромеханические измерительные приборы.

6).Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем

7)Классификация измерений в телекоммуникациях

8). Глазковая диаграмма, диаграмма состояний

9). Методы и аппаратура для измерения характеристик телекоммуникаций с разной средой распространения сигнала

### 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 здоро-

Согласована на портале № 27207

вья 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 № 27207