

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
П.В. Сенченко  
«23» 12 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ДАТЧИКИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**

Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**

Курс: **1**

Семестр: **1, 2**

Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности              | 1 семестр | 2 семестр | Всего | Единицы |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                     | 8         |           | 8     | часов   |
| Практические занятия                   | 2         | 4         | 6     | часов   |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 1         | 2         | 3     | часов   |
| Лабораторные занятия                   | 8         |           | 8     | часов   |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 3         |           | 3     | часов   |
| Самостоятельная работа                 | 54        | 26        | 80    | часов   |
| Контрольные работы                     |           | 2         | 2     | часов   |
| Подготовка и сдача зачета              |           | 4         | 4     | часов   |
| Общая трудоемкость                     | 72        | 36        | 108   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию)     |           |           | 3     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр | Количество |
|--------------------------------|---------|------------|
| Зачет                          |         | 2          |
| Контрольные работы             |         | 1          |

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко П.М.  
Должность: Проректор по УР  
Дата подписания: 23.12.2020  
Уникальный программный ключ:  
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 65625

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цели дисциплины**

1. Углубленное обучение студентов основам метрологического обеспечения современной науки и техники.

### **1.2. Задачи дисциплины**

1. Изучение принципов работы и устройства современных средств измерения.,
2. Применение современных средств измерительной техники в экспериментальных исследованиях.
3. Изучение принципов работы, характеристик и устройства современных первичных измерительных преобразователей (датчиков).

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция                             | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|-----------------------------------|---|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                   |   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| ПКС-4. Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени | ПКС-4.1. Знает принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение           | Знает основы планирования и проведения измерительного эксперимента. Знает принципы работы, устройство, основные технические и метрологические характеристики автоматических информационно-измерительных систем различного назначения.  |
|   | ПКС-4.2. Умеет применять принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение | Выбирает принципы, методы, конфигурацию применяемой информационно-измерительной системы для оптимального решения поставленной экспериментальной задачи.  |
|   | ПКС-4.3. Владеет навыками измерений в реальном времени  | Проводит измерения различных физических величин в реальном времени с использованием современных измерительных приборов и информационно-измерительных комплексов. Обрабатывает результаты измерений в полном соответствии с метрологическими правилами  |
| ПКС-5. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов   | ПКС-5.1. Знает современные средства и методы организации и проведения экспериментальных исследований  | Знает оптимальные методы и средства измерения электрических физических величин (напряжения, силы тока, мощности, спектра сигналов, параметров электрических цепей). Знает теоретические и законодательные основы метрологии, правила и приемы обработки результатов измерений и их представления . |
|   | ПКС-5.2. Умеет организовывать и проводить экспериментальные исследования с применением современных средств и методов  | Выбирает требуемые средства измерения для эффективного решения поставленной задачи. Измеряет параметры и характеристики используемого оборудования, исследуемых сигналов с применением современных измерительных приборов и автоматических информационно-измерительных систем                      |
|   | ПКС-5.3. Владеет навыками применения современных средств и методов организации и проведения экспериментальных исследований  | Проводит технические измерения в области профессиональной деятельности, использует правила и методы обработки результатов однократных прямых, многократных и косвенных измерений и оценки погрешности измерений. Метрологически правильно представляет результаты измерений.                       |

#### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов,

**выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем  
и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности   | Всего часов | Семестры  |           |
|---|-------------|-----------|-----------|
|   |             | 1 семестр | 2 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 24          | 18        | 6         |
| Лекционные занятия  | 8           | 8         |           |
| Практические занятия  | 6           | 2         | 4         |
| Лабораторные занятия  | 8           | 8         |           |
| Контрольные работы  | 2           |           | 2         |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 80          | 54        | 26        |
| Подготовка к тестированию   | 40          | 34        | 6         |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета  | 20          | 20        |           |
| Подготовка к зачету   | 12          |           | 12        |
| Подготовка к контрольной работе   | 8           |           | 8         |
| <b>Подготовка и сдача зачета</b>  | 4           |           | 4         |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 108         | 72        | 36        |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 3           | 2         | 1         |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины                                    | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без зачета) | Формируемые компетенции |
|---|--------------|---------------|-----------|--------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>1 семестр</b>  |              |               |           |              |                          |                         |
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ.                       | 6            | 2             | 8         | 44           | 60                       | ПКС-4, ПКС-5            |
| 2 Автоматизация измерений   | 2            | -             | -         | 10           | 12                       | ПКС-4, ПКС-5            |
| Итого за семестр  | 8            | 2             | 8         | 54           | 72                       |                         |
| <b>2 семестр</b>  |              |               |           |              |                          |                         |
| 5 Измерение электрических физических величин                          | -            | 2             | -         | 16           | 20                       | ПКС-4, ПКС-5            |
| 6 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | -            | 2             | -         | 10           | 12                       | ПКС-4, ПКС-5            |
| Итого за семестр  | 0            | 4             | 0         | 26           | 30                       |                         |
| Итого   | 8            | 6             | 8         | 80           | 102                      |                         |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины                                    | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)  | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>1 семестр</b>  |   |                                      |                         |
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ.                       | Общие сведения о средствах измерений (СИ). Аналоговые и цифровые приборы. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования. Классификация АЦП. Основные характеристики СИ. Погрешности СИ.  | 6                                    | ПКС-5                   |
|   | Итого   | 6                                    |                         |
| 2 Автоматизация измерений   | Микропроцессорные СИ. Измерительно-информационные системы : измерительные системы, системы автоматического контроля, системы технической диагностики, системы идентификации, измерительно-вычислительные комплексы (ИВК), компьютерно-измерительные системы.  | 2                                    | ПКС-4, ПКС-5            |
|   | Итого   | 2                                    |                         |
|   | Итого за семестр  | 8                                    |                         |
| <b>2 семестр</b>  |   |                                      |                         |
| 5 Измерение электрических физических величин                          | Современные методы измерения напряжения, силы тока, частоты, временных интервалов, фазового сдвига сигналов. Цифровые вольтметры, частотомеры и фазометры - структурные схемы, основные соотношения, погрешности измерений. Измерение параметров цепей. Особенности современных цифровых измерителей параметров цепей. Современные анализаторы спектра. Их принцип действия, технические характеристики. Аналоговое и цифровое осциллографирование. Достоинства и недостатки. | -                                    | ПКС-4, ПКС-5            |
|   | Итого   | -                                    |                         |
| 6 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Основные понятия и определения, классификация датчиков. Физические принципы работы датчиков, их характеристики. Параметрические датчики, генераторные датчики, датчики с преобразованием измеряемой величины во временной интервал. Интеллектуальные датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами.  | -                                    | ПКС-4, ПКС-5            |
|   | Итого   | -                                    |                         |

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| Итого за семестр | - |  |
| Итого            | 8 |  |

### 5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

| № п.п.           | Виды контрольных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>2 семестр</b> |                        |                 |                         |
| 1                | Контрольная работа     | 2               | ПКС-4, ПКС-5            |
|                  | Итого за семестр       | 2               |                         |
|                  | Итого                  | 2               |                         |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины              | Наименование лабораторных работ  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| <b>1 семестр</b>                                |  |                 |                         |
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ. | Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов | 4               | ПКС-4, ПКС-5            |
|   | Измерение сопротивлений на постоянном токе                                   | 4               | ПКС-4, ПКС-5            |
|   | Итого  | 8               |                         |
|   | Итого за семестр   | 8               |                         |
|   | Итого  | 8               |                         |

### 5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины              | Наименование практических занятий (семинаров)   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| <b>1 семестр</b>                                |   |                 |                         |
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ. | Погрешности СИ. Расчет погрешностей по паспортным данным приборов. Обработка и правила представления результатов измерений. | 2               | ПКС-5                   |
|   | Итого   | 2               |                         |
|   | Итого за семестр  | 2               |                         |
| <b>2 семестр</b>                                |   |                 |                         |
| 5 Измерение электрических физических величин    | Технические характеристики приборов. Обработка результатов измерений.   | 2               | ПКС-4, ПКС-5            |
|   | Итого   | 2               |                         |

|   |   |   |              |
|---|---|---|--------------|
| 6 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Основные технические характеристики датчиков (статическая характеристика, погрешности, калибровка). | 2 | ПКС-4, ПКС-5 |
|   | Итого   | 2 |              |
|   | Итого за семестр  | 4 |              |
|   | Итого   | 6 |              |

## 5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

## 5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины                                    | Виды самостоятельной работы                        | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля      |
|---|--|-----------------|-------------------------|---------------------|
| <b>1 семестр</b>  |  |                 |                         |                     |
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ.                       | Подготовка к тестированию                          | 24              | ПКС-4, ПКС-5            | Тестирование        |
|   | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 20              | ПКС-4, ПКС-5            | Лабораторная работа |
|   | Итого  | 44              |                         |                     |
| 2 Автоматизация измерений   | Подготовка к тестированию                          | 10              | ПКС-4, ПКС-5            | Тестирование        |
|   | Итого  | 10              |                         |                     |
| Итого за семестр  |  | 54              |                         |                     |
| <b>2 семестр</b>  |  |                 |                         |                     |
| 5 Измерение электрических физических величин                          | Подготовка к зачету                                | 8               | ПКС-4, ПКС-5            | Зачёт               |
|   | Подготовка к контрольной работе                    | 5               | ПКС-4, ПКС-5            | Контрольная работа  |
|   | Подготовка к тестированию                          | 3               | ПКС-4, ПКС-5            | Тестирование        |
|   | Итого  | 16              |                         |                     |
| 6 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | Подготовка к зачету                                | 4               | ПКС-4, ПКС-5            | Зачёт               |
|   | Подготовка к контрольной работе                    | 3               | ПКС-4, ПКС-5            | Контрольная работа  |
|   | Подготовка к тестированию                          | 3               | ПКС-4, ПКС-5            | Тестирование        |
|   | Итого  | 10              |                         |                     |
| Итого за семестр  |  | 26              |                         |                     |
|   | Подготовка и сдача зачета                          | 4               |                         | Зачет               |
| Итого   |  | 84              |                         |                     |

## 5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной

деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |           |           | Формы контроля   |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|--|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. |  |
| ПКС-4                   | +                         | +          | +         | +         | Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование |
| ПКС-5                   | +                         | +          | +         | +         | Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Нефедов В.И., Хахин В.И., Битюков В.К. и др. Метрология и радиоизмерения: Учебник для вузов - М.: Высшая школа, 2006. - 525 с . (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.).
2. Фрайден Дж. Современные датчики: Справочник. - Москва: Техносфера, 2006. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).
3. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов/ В.Ю. Шишмарев. - 3-е изд., перераб. и доп.- Москва: Издательство Юрайт, 2022 - 377 с.- (Высшее образование). ISBN 978-5-534-12536-8. - Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [ сайт ] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/495502>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Эрастов В.Е., Сидоров Ю.К., Отчалко В.Ф. Измерительная техника и датчики: Учебное пособие. - Томск: ТМЦДО, 1999. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.).
2. Отчалко В.Ф., Сидоров Ю.К., Эрастов В.Е. Измерительная техника и датчики: учебное методическое пособие - Томск: ТМЦДО, 2004. - 158с.:ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).
3. Волегов А.С. Метрология и измерительная техника: электронные средства измерений электрических величин: учебное пособие для вузов/ А.С. Волегов, Д.С. Незнахин, Е.А. Степанова. - Москва: Издательство Юрайт. 2022. - 103 с. - (Высшее образование).- ISBN 978-5-534-08498-6. Текст: электронный// Образовательная платформа Юрайт [ сайт ] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492152>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Измерительная техника и датчики: Учебно-методический комплект для направления подготовки 11.04.04 и 27.04.04./ Отчалко В.Ф. - Томск, 2018. Учебное методическое пособие Лабораторные работы по дисциплинам метрологического профиля [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://new.kcup.tusur.ru/library/izmeritelnaja-tehnika-i-datchiki-dlja-studentov-napravlenij-podgotovki-110404-i-270404>.
2. Измерительная техника и датчики: Учебно-методический комплект для направления подготовки 11.04.04 и 27.04.04. / Отчалко В.Ф. - Томск: 2018. Учебное методическое пособие Практика по ИТиД [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://new.kcup.tusur.ru/library/izmeritelnaja-tehnika-i-datchiki-dlja-studentov-napravlenij-podgotovki-110404-i-270404>.
3. Измерительная техника и датчики: Учебно-методический комплект для направления подготовки 11.04.04 и 27.04.04. / Отчалко В.Ф. - Томск: 2018. Учебное методическое пособие Самостоятельная работа ИТиД. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://new.kcup.tusur.ru/library/izmeritelnaja-tehnika-i-datchiki-dlja-studentov-napravlenij-podgotovki-110404-i-270404>.

### **7.3.2. 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.

### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/tu/tesursy/bazy-dannyyh>.

2. ЭБС "Юрайт": виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России <https://urait.ru>.

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 208 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### **8.3. 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.

#### **8.4. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

#### **8.5. 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 зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфорного 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.

## **9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины                                    | Формируемые компетенции | Формы контроля      | Оценочные материалы (ОМ)                                 |
|---|-------------------------|---------------------|--|
| 1 Общие принципы построения СИ. Погрешности СИ.                       | ПКС-4, ПКС-5            | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ                                  |
|   |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий                      |
| 2 Автоматизация измерений   | ПКС-4, ПКС-5            | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий                      |
| 5 Измерение электрических физических величин                          | ПКС-4, ПКС-5            | Зачёт               | Перечень вопросов для зачета                             |
|   |                         | Контрольная работа  | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий                      |
| 6 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами. | ПКС-4, ПКС-5            | Зачёт               | Перечень вопросов для зачета                             |
|   |                         | Контрольная работа  | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий                      |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |   |  |
|----------------------------|--|---|---|--|
|                            |  | знать   | уметь   | владеть  |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применения навыков    |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания   | в целом успешно, но не систематически осуществляющее умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |

|             |  |   |  |  |
|-------------|--|---|--|--|
| 4 (хорошо)  | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | $\geq 90\%$ от максимальной суммы баллов   | сформированные систематические знания                   | сформированное умение                                    | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка                     | Формулировка требований к степени компетенции  |
|----------------------------|--|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.   |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.   |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

- Что такое рабочие средства измерений:
  - СИ, выполняющие все измерительные операции без участия оператора;
  - СИ, не связанные с процессом передачи размера единицы ФВ;
  - СИ, предназначенные для передачи размера единицы ФВ .
- 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.
- 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;
- б) измеряемая величина преобразуется в интервал времени, интервал заполняется высокостабильными счетными импульсами, число которых подсчитывается;
- в) измеряемая величина преобразуется в длительность импульсов и подсчитывается число этих импульсов, вошедших в известный интервал времени.
4. Принцип действия цифрового частотомера:
- а) подсчет моментов перехода измеряемого сигнала через ноль за известный интервал времени;
- б) выделение колебательной системой (фильтром) первой гармоники преобразования Фурье от измеряемого сигнала;
- в) подсчет числа периодов измеряемого сигнала за известный интервал времени.
5. Условие баланса четырехплечего моста для измерения параметров цепей (RLC):
- а) произведения смежных плеч моста равны между собой;
- б) суммы смежных плеч моста равны между собой;
- в) суммы противоположных плеч моста равны между собой;
- г) произведения противоположных плеч моста равны между собой.
6. Блок в структурной схеме цифрового измерительного прибора (ЦИП), определяющий его сущность называется:
- а) устройством управления;
- б) цифровым отсчетным устройством;
- в) аналого-цифровым преобразователем;
- г) устройством сравнения.
7. Основная погрешность СИ, это:
- а) погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации;
- б) погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации;
- в) погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени;
- г) погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы.
8. Дополнительная погрешность СИ, это:
- а) погрешность СИ, возникающая из-за изменения измеряемой величины во времени;
- б) погрешность СИ, возникающая из-за выхода какой-либо влияющей величины за нормальные границы;
- в) погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации;
- г) погрешность СИ в реальных условиях эксплуатации.
9. При измерении напряжения милливольтметр класса точности 1,0 с пределом шкалы 100 мВ показал 50 мВ. Определить погрешность измерения:
- а) 0,5 мВ;
- б) 1,0 мВ;
- в) 2,0 мВ;
- г) 2,5 мВ.
10. При измерении емкости измеритель RLC класса точности 2,0/0,5 с пределом измерения 160 пФ показал 80 пФ. Определить погрешность измерения:
- а) 4 пФ;
- б) 1,6 пФ;
- в) 2 пФ;
- г) 2,5 пФ.
11. Чему равна абсолютная погрешность дискретности цифрового измерительного прибора с разрешающей способностью  $\Delta X_{kv}$ :
- а)  $\Delta X_{kv}$ ;
- б)  $\Delta X_{kv}/\sqrt{6}$ ;
- в)  $\Delta X_{kv}/\sqrt{12}$ ;
- г)  $\Delta X_{kv}/\sqrt{16}$ .
12. Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК):
- а) предназначены для автоматического распознавания различных объектов и явлений;
- б) предназначены для решения определенного круга задач автоматизации измерений;
- в) предназначены для создания виртуальных измерительных приборов.
- г) предназначены для диагностики крупных систем.

13. . Если предстоит измерить напряжение 220 В с погрешностью не превышающей  $\pm 1\%$ , то для этой цели необходимо взять вольтметр с пределом шкалы 300 В и класса точности:
- 1,0/0,5;
  - 1,5;
  - 0,6;
  - 2,0.
14. . При измерении напряжения милливольтметром основная погрешность измерения составила 4 мВ, а дополнительная температурная погрешность не превышает 0,75 от основной. Определить максимальную полную (эксплуатационную) абсолютную погрешность измерения:
- 5,0 мВ;
  - 7,0 мВ;
  - 7,5 мВ;
  - 4,75 мВ.
15. Естественными входными величинами емкостного датчика являются:
- относительная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками, активная площадь обкладок, расстояние между обкладками;
  - относительная магнитная проницаемость среды между обкладками, активная площадь обкладок, расстояние между обкладками ;
  - относительная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками, материал, форма обкладок, расстояние между обкладками.
16. Выходной величиной трансформаторных датчиков является:
- индуктивность выходной обмотки;
  - напряжение, снимаемое с выходной обмотки;
  - величина реакции якоря.
17. Естественной входной величиной тензодатчика является:
- температура;
  - влажность;
  - деформация;
  - сила.
18. Измерительной цепью, то есть цепью, преобразующей выходную величину параметрического датчика в электрический сигнал, является:
19. а) усилитель;  
б) АЦП;  
в) неравновесный мост;  
г) счетчик импульсов.
20. Блок в структурной схеме интеллектуального датчика, определяющий его сущность, называется:
- усилитель;
  - АЦП;
  - микропроцессор;
  - цифровой индикатор.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета

- Классификация средств измерений. Их метрологические характеристики.
- Причины возникновения погрешностей. Классификация погрешностей.
- Погрешности средств измерения, их нормирование. Классы точности СИ.
- Обработка результатов прямых однократных измерений.
- Определение результата и погрешности косвенных измерений.
- Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.
- Правила суммирования погрешностей (неисключённые остатки систематических погрешностей и случайные погрешности).
- Обобщенные структурные схемы измерительных приборов. Сигналы измерительной информации.
- Классификация цифровых измерительных устройств. Основные характеристики цифровых устройств.
- Вольтметры постоянного напряжения. Компенсаторы.

11. Вольтметры переменного напряжения. Классификация. Обобщённые структурные схемы.
12. Влияние формы кривой напряжения на показания вольтметров переменного тока (измерение несинусоидальных напряжений).
13. Цифровые вольтметры с время-импульсным преобразованием (с применением ЛИН).
14. Цифровые вольтметры, использующие метод двойного интегрирования.
15. Цифровые интегрирующие вольтметры (с частотно импульсным преобразованием).
16. Цифровые вольтметры уравновешивающего преобразования.
17. Структура и принцип действия универсального электронного осциллографа.
18. Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Погрешности измерений.
19. Цифровые запоминающие осциллографы.
20. Цифровые частотометры.
21. Цифровые фазометры с время-импульсным преобразованием.
22. Цифровые измерители параметров цепей (с время-импульсным преобразованием, с преобразованием параметра в напряжение).
23. Панорамные измерители амплитудно-частотных характеристик цепей.
24. Анализаторы спектра последовательного действия.
25. Вычислительные анализаторы спектра (дискретное преобразование Фурье и быстрое преобразование Фурье).
26. Компьютерно-измерительные системы (виртуальные приборы).
27. Информационно-измерительные системы (системы автоматического контроля, технической диагностики, идентификации, измерительные системы).
28. Измерение неэлектрических физических величин электрическими методами. Дифференциальные и логометрические схемы включения датчиков.
29. Основные характеристики датчиков (передаточная функция, чувствительность, гистерезис, мертвая зона, динамические характеристики и др.).
30. Параметрические датчики – реостатные, тензочувствительные. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
31. Параметрические датчики – терморезистивные, электролитические. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
32. Параметрические датчики – индуктивные, трансформаторные, емкостные. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
33. Параметрические датчики – фотоэлектрические, ионизационные, детекторы теплового излучения. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
34. Генераторные датчики – термоэлектрические, индукционные. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
35. Генераторные датчики – пьезоэлектрические, гальванические. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.
36. Ультразвуковые и вихревые датчики. Принцип действия, характеристики, достоинства и недостатки, области применения, примеры конструктивного решения.

#### **9.1.3. Темы лабораторных работ**

1. Применение электронного осциллографа для исследования электрических сигналов
2. Измерение сопротивлений на постоянном токе

#### **9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ**

1. Осциллографические измерения временных интервалов и напряжения.
2. Измерение напряжений несинусоидальной формы.
3. Характеристики цифровых средств измерения.
4. Измерение мощности сигналов.
5. Измерение параметров электрических цепей RLC.

6. Измерение неэлектрических величин с помощью датчиков.
7. Измерение временных интервалов, частоты и фазового сдвига.

## **9.2. 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 осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

## **9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

## **9.4. 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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП  
протокол № 2 от «29» 10 2020 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                           | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|-------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ПрЭ     | С.Г. Михальченко  | Согласовано,<br>706957f1-d2eb-4f94-<br>b533-6139893cf5a  |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин      | Согласовано,<br>86bee96a-108e-4833-<br>aead-5229de651610 |
| Начальник учебного управления       | Е.В. Саврук       | Согласовано,<br>fa63922b-1fce-4a6a-<br>845d-9ce7670b004c |
| Декан ЗиВФ                          | И.В. Осипов       | Согласовано,<br>126832c4-9aa6-45bd-<br>8e71-e9e09d25d010 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                     |                 |  |
|---------------------|-----------------|--|
| Профессор, каф. ПрЭ | Н.С. Легостаев  | Согласовано,<br>6332ca5f-c16e-4579-<br>bbc4-ee49773df8d  |
| Доцент, каф. КСУП   | Т.Е. Григорьева | Согласовано,<br>d848614c-1d2f-4e32-<br>b86c-1029abc0b2d5 |

### РАЗРАБОТАНО:

|                   |              |  |
|-------------------|--------------|--|
| Доцент, каф. КСУП | В.Ф. Отчалко | Разработано,<br>2893fadc-8d13-49b1-<br>bf5a-b7d6d72f2478 |
|-------------------|--------------|--|