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 УР
_____Сенченко П.В.
«18» _____02_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **27.04.02 Управление качеством**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление качеством промышленной продукции и услуг**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет инновационных технологий (ФИТ)**
Кафедра: **Кафедра управления инновациями (УИ)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2022 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	14	14	часов
Практические занятия	14	14	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	14	14	часов
Лабораторные занятия	28	28	часов
Самостоятельная работа	52	52	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	3

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.02.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 65450

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Развить способности к проведению исследований, обработке, представлению и анализу экспериментальных данных.
2. Изучить физические основы измерительных преобразований для понимания методов и средств измерения физических величин.
3. Развить способности к выбору существующих или разработке новых методов исследования технологических схем и их элементов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Получение знаний, позволяющих развить способности к анализу и выявлению естественно-научной сущности проблем в сфере управления качеством.
2. Изучение организации измерительного эксперимента.
3. Изучение принципов работы, характеристик, устройства первичных измерительных преобразователей (датчиков) с целью выработки умений и навыков их использования в профессиональной деятельности.
4. Изучение методик проведения экспериментальных исследований и испытаний для проведения таких испытаний и обработки их результатов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.02.
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
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-1. Способен осуществлять постановку задачи исследования, формировать план его реализации, выбирать существующие или разрабатывать новые методы исследования	ПК-1.1. Знает основы теории методологии науки	Знает методику постановки задач научных исследований
	ПК-1.2. Умеет осуществлять постановку задачи исследования, формировать план его реализации, выбирать методы исследования	Умеет составлять программу научных исследований
	ПК-1.3. Владеет практическим опытом исследовательской деятельности	Владеет навыками проведения научных исследований

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

Согласована на портале № 65450

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
		3 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Лекционные занятия	14	14
Практические занятия	14	14
Лабораторные занятия	28	28
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Написание конспекта самоподготовки	9	9
Подготовка к тестированию	7	7
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	7	7
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	11	11
Подготовка к устному опросу / собеседованию	9	9
Подготовка к зачету	5	5
Подготовка к контрольной работе	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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 экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	2	2	6	10	20	ПК-1
2 Основы метрологии. Погрешности измерений	2	2	2	10	16	ПК-1
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	2	2	2	8	14	ПК-1
4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин	4	4	4	10	22	ПК-1
5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	4	4	14	14	36	ПК-1
Итого за семестр	14	14	28	52	108	
Итого	14	14	28	52	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Согласована на портале № 65450

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
3 семестр			
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	Определение основных понятий дисциплины и связанных с ними терминов. Роль и значение физических эффектов в построении измерительных преобразователей. Предмет, цель и задачи дисциплины. Характеристика материала дисциплины и его структура.	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Основы метрологии. Погрешности измерений	Основные понятия, термины и определения метрологии. Система единиц физических величин. Понятия измерения, испытания и контроля. Классификации видов измерений, методов измерений. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей, систематические и случайные погрешности, их особенности. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов измерений.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. коэффициент линейной корреляции.	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин	Общие сведения о средствах измерений и классификация средств измерения. Аналоговые и цифровые приборы, их особенности. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования. Основные характеристики и погрешности средств измерения. Методы и средства измерения электрических физических величин: напряжения, тока, мощности, частоты, интервалов времени и фазового сдвига, анализ спектра сигналов, осциллографирование.	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 65450

5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	Основные понятия и определения, классификация датчиков. Физические принципы работы датчиков, их характеристики. Параметрические датчики: реостатные, тензочувствительные, термочувствительные, индуктивные, емкостные, ионизационные, фотоэлектрические. Генераторные датчики: термоэлектрические, индукционные, пьезоэлектрические, Холла. Интеллектуальные датчики. Измерение не- электрических величин электрическими методами.	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		14	
Итого		14	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	Основные понятия. Определения и основные характеристики. Назначение и области применения датчиков. Технические характеристики. Конструктивно-технические особенности датчиков. Активные, пассивные и комбинированные датчики.	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Основы метрологии. Погрешности измерений	Метрологические характеристики. Погрешности и чувствительность датчиков. Быстродействие. Градуировка датчиков	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Параметры линейной зависимости, их практическое определение и вычисление их погрешностей: 1) из графика; 2) компьютерная обработка по алгоритмам метода наименьших квадратов.	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин	Формирование сигналов пассивных датчиков. Потенциометрические схемы с резистивными, индуктивными и емкостными датчиками. Мостовые схемы. Измерение сопротивлений мостом Уитсона.	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 65450

5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	Датчики ускорения, вибрации и удара. Основные положения. Принцип действия сейсмических датчиков скорости и ускорения. Пьезоэлектрические и пьезорезистивные акселерометры. Принцип действия и метрологические характеристики. Факторы, влияющие на показания. Акселерометры, основанные на измерении перемещения.	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		14	
Итого		14	

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
3 семестр			
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	Исследование нелинейной измерительной характеристики преобразователя на примере нелинейной характеристики термопары. Изучение измерительного моста	6	ПК-1
	Итого	6	
2 Основы метрологии. Погрешности измерений	Статистический анализ результатов многократных косвенных измерений одной величины.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Линейная аппроксимация измерительной характеристики преобразователя, определение коэффициента линейной корреляции	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин	Изучение усилителей	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	Исследование измерительных характеристик датчика цвета	2	ПК-1
	Исследование измерительной характеристики акустического датчика	4	ПК-1
	Изучение датчика температуры и влажности	4	ПК-1
	Изучение датчика пульса	4	ПК-1
	Итого	14	

Согласована на портале № 65450

Итого за семестр	28	
Итого	28	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	Написание конспекта самоподготовки	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ПК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к зачету	1	ПК-1	Зачёт
	Итого	10		
2 Основы метрологии. Погрешности измерений	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к зачету	1	ПК-1	Зачёт
	Итого	10		

Согласована на портале № 65450

3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к зачету	1	ПК-1	Зачёт
	Итого	8		
4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	1	ПК-1	Зачёт
	Итого	10		
5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	3	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к зачету	1	ПК-1	Зачёт
	Итого	14		
Итого за семестр		52		
Итого		52		

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

Согласована на портале № 65450

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Устный опрос / собеседование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
3 семестр				
Зачёт	10	10	10	30
Защита отчета по лабораторной работе	1	1	1	3
Конспект самоподготовки	6	2	5	13
Контрольная работа	4	2	7	13
Устный опрос / собеседование	5	4	5	14
Лабораторная работа	6	2	5	13
Тестирование	4	6	4	14
Итого максимум за период	36	27	37	100
Нарастающим итогом	36	63	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 65450

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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Шалыгин М. Г., Вавилин Я. А. Автоматизация измерений, контроля и испытаний / М. Г. Шалыгин, Я. А. Вавилин ; ред. С. В. Макаров ; рец.: В. П. Тихомиров, В. Б. Петропавловская. — СПб. : Издательство "Лань", 2019. — 172 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/115498#1.

2. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации : учебник для вузов / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 182 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/book/tehnicheskie-sredstva-avtomatizacii-491648.

7.2. Дополнительная литература

1. Латышенко, К. П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний. Практикум : учебное пособие для вузов / К. П. Латышенко, В. В. Головин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 161 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/book/avtomatizaciya-izmereniy-kontrolya-i-ispytaniy-praktikum-491305.

2. Теория ошибок и обработка результатов измерений: учебное пособие / П. Н. Дробот; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2011. – 83 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

3. Математические модели и методы обработки измерительных сигналов емкостных преобразователей на постоянном токе : монография / М. А. Мастепаненко, И. Н. Воротников, С. В. Аникуев, И. К. Шарипов. — Ставрополь : СтГАУ, 2015. — 232 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/82187.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Измерительные преобразователи в технологических системах: Методические указания к лабораторным работам / П. Н. Дробот - 2019. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9068.

2. Измерительные преобразователи в технологических системах: Методические указания к практическим занятиям и к самостоятельной работе / П. Н. Дробот - 2018. 52 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8925.

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.

Согласована на портале № 65450

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/ru/resursy/bazy-dannyh.

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

Лаборатория управления проектами: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 414 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Проекционный экран Projecta;
- Стенд передвижной с магнитно-маркерной доской;
- Акустическая система KEF-Q35;
- Веб-камера Logitech;
- Кондиционер настенного типа Panasonic CS/CU-A12C;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 126 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Магнитно-маркерная доска;
- Проектор LG RD-JT50;
- Проекционный экран;
- Экран на штативе Draper Diplomat;
- Осциллограф GDS-82OS;
- Паяльная станция ERSA Dig2000a Micro - 2 шт.;
- Паяльная станция ERSA Dig2000A-Power;
- Колонки Genius;

Согласована на портале № 65450

- Веб-камера Logitech;
- Роутер ASUS;
- Учебно-методическая литература;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;

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 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.

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

Согласована на портале № 65450

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Основы метрологии. Погрешности измерений	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 65450

4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных 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 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков

Согласована на портале № 65450

3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое 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)	≥ 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 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, 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 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** 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 **системном** 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

1. Для исследования аналитической (математической) связи двух различных физических величин применяются ... [1) совместные измерения; 2) однократные измерения; 3) многократные измерения; 4) единичные измерения]
2. Степень, до которой набор точек (x1, y1), ..., (xN, yN) подтверждает линейную зависимость между x и y, измеряется... [1)коэффициентом надежности; 2) коэффициентом сингулярности ; 3) коэффициентом неопределенности; 4) коэффициентом линейной корреляции]
3. Коэффициент, учитывающий ограниченность количества измерений при анализе многократных измерений одной величины называется... [1) коэффициент Стьюдента ; 2)

Согласована на портале № 65450

коэффициент умножения; 3) коэффициент Вилкоксона; 4) коэффициент нелинейности]

4. Для установления вида и аналитической формы нелинейной взаимосвязи двух различных физических величин, полученной в эксперименте, применяют ... [1) интегрирование экспериментальной зависимости; 2) линеаризацию экспериментальной зависимости; 3) дифференцирование экспериментальной зависимости; 4) декомпозицию экспериментальной зависимости]
5. Наилучшей оценкой истинного значения X многократно измеренной величины является ...[1) наибольшее значение из выборки; 2) величина дисперсии; 3) несмещенное отклонение; 4) выборочное среднее значение]
6. Абсолютная погрешность указывает численно для истинного значения … [1)доверительные границы ; 2) надежность измерения; 3) систематическую ошибку; 4) вероятность оценки]
7. Измерения двух различных физических переменных, которые проводятся для исследования математической связи этих двух переменных, называются …..[1) несмещенными; 2) косвенными; 3) прямыми; 4) совместными]
8. Адекватный статистический метод обработки результатов совместных измерений – это метод [1) секущих; 2) Рунге – Кутта; 3) Госсета; 4) наименьших квадратов]
9. Когда измеряемая величина определяется сразу непосредственно по показаниям измерительного прибора, измерения называются …….[1)непрямыми; 2) косвенными; 3) традиционными; 4) прямыми]
10. Если измеряемая величина вычисляется из результатов прямых измерений других величин, которые связаны с измеряемой величиной определенной функциональной зависимостью, то это ….[1)совместные измерения ; 2) несовместные измерения; 3) единичные измерения; 4) косвенные измерения]
11. Достаточно точное определение искомой физической величины и оценка ее погрешности решается путем проведения ……. [1) единичных измерений искомой физической величины; 2) совместных измерений физической величины и ее погрешности; 3) многократных измерений по- грешности физической величины; 4) многократных измерений искомой физической величины и статистической обработкой этих измерений]
12. При большом числе измерений случайные погрешности одинаковой величины, но разного знака встречаются..... [1) не часто; 2) крайне редко; 3) неравномерно; 4) одинаково часто]
13. Большие по абсолютной величине погрешности встречаются..... [1) очень редко; 2) очень часто; 3) также, как и малые; 4) реже, чем малые]
14. Если N – количество многократных измерений физической величины, то в пределе распределение дискретных измерений стремится к..... [1) бесконечности; 2) неизменному виду; 3) насыщению; 4) непрерывной кривой, которая называется предельным распределением]
15. Значение x, к которому мы приближаемся по мере осуществления все большего числа измерений, выполняемых все более тщательно, можно считать..... [1) предельным значением величины x; 2) непредельным значением величины x; 3) оценочным значением величины x; 4) истинным значением величины x]
16. Если результаты измерения величины x подвержены только случайным ошибкам, то их предельное распределение есть..... [1)функция Чебышева; 2) полином Лагранжа; 3) дельта –функция; 4) функция Гаусса]
17. Что такое средство измерений [1) техническое средство , предназначенное для измерений ; 2) электронное техническое средство; 3) техническое средство для обработки измерительной информации ; 4) комплекс технических средств для обработки измерительной информации]
18. Для конечного набора N измерений разумно считать наилучшей оценкой Хнаил истинного значения X …….[1) (N–1) – ое значение; 2) наибольшее значение; 3) среднее значение ; 4) наименьшее значение]
19. При малых количествах измерений N предельное нормальное распределение следует заменить на [1) распределение Боинга; 2)распределение Стьюдента ; 3) распределение Бернулли; 4) распределение Максвелла]
20. Методом измерения называется [1)совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей; 2) совокупность приемов использования при измерении

Согласована на портале № 65450

физического явле- ния, на котором основано измерение; 3) Совокупность действий по обеспечению взаимодействия средства измерения с объектом; 4) Совокупность манипуляций при коммутации измерительных приборов]

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Приведите классификацию методов измерений при проведении научных исследований.
2. Каков принцип работы термоэлектрического датчика в технологических системах?
3. Каков принцип работы акустического датчика в технологических системах?
4. Каков принцип работы опто-электронного датчика в технологических системах?
5. В чем заключается метод наименьших квадратов при обработке результатов научных исследований?

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. В каких случаях используется аппроксимация методом наименьших квадратов.
2. Приведите классификацию средств измерений.
3. Приведите обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования.
4. Приведите основные характеристики и погрешности средств измерений.
5. Какими методами и средствами измеряются электрические величин: напряжение, ток, мощность.
6. Приведите классификацию датчиков для измерения неэлектрических величин.
7. Опишите физические принципы работы датчиков неэлектрических величин.
8. Опишите физические принципы работы параметрических датчиков.
9. Опишите физические принципы работы генераторных датчиков.
10. Опишите принцип работы интеллектуального датчика.

9.1.4. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки

1. Компьютерные технологии в обработке результатов измерений.
2. Разработка методики эксперимента.
3. Систематические и случайные погрешности, их особенности.
4. Правила суммирования погрешностей.
5. Правила представления результатов измерений.
6. Линейная аппроксимация и коэффициент корреляции.
7. Современные проблемы измерения электрических и неэлектрических физических величин.
8. Измерение неэлектрических величин электрическими методами.
9. Датчики различных физических величин с частотным выходом

9.1.5. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. Определение основных понятий дисциплины и связанных с ними терминов.
2. Роль и значение физических эффектов в построении измерительных преобразователей.
3. Значение фундаментальной и математической подготовки инженера-конструктора-технолога.
4. Предмет, цель и задачи дисциплины.
5. Характеристика материала дисциплины и его структура.
6. Основные понятия, термины и определения метрологии.
7. Система единиц физических величин.
8. Понятия измерения, испытания и контроля. Классификации видов измерений, методов измерений.
9. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей, систематические и случайные погрешности, их особенности.
10. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов измерений.
11. Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. Коэффициент линейной корреляции.

Согласована на портале № 65450

12. Общие сведения о средствах измерений и классификация средств измерения.
13. Аналоговые и цифровые приборы, их особенности. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования.
14. Основные характеристики и погрешности средств измерения.
15. Методы и средства измерения электрических физических величин: напряжения, тока, мощности, частоты, интервалов времени и фазового сдвига, анализ спектра сигналов, осциллографирование.
16. Основные понятия и определения, классификация датчиков.
17. Физические принципы работы датчиков, их характеристики.
18. Параметрические датчики: реостатные, тензочувствительные, термочувствительные, индуктивные, емкостные, ионизационные, фотоэлектрические.
19. Генераторные датчики: термоэлектрические, индукционные, пьезоэлектрические, Холла.
20. Интеллектуальные датчики.
21. Измерение неэлектрических величин электрическими методами.

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Исследование нелинейной измерительной характеристики преобразователя на примере нелинейной характеристики термопары. Изучение измерительного моста
2. Статистический анализ результатов многократных косвенных измерений одной величины.
3. Линейная аппроксимация измерительной характеристики преобразователя, определение коэффициента линейной корреляции
4. Изучение усилителей
5. Исследование измерительных характеристик датчика цвета
6. Исследование измерительной характеристики акустического датчика
7. Изучение датчика температуры и влажности
8. Изучение датчика пульса

9.1.7. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Способы линеаризации экспериментальных зависимостей.
2. Определение параметров линейной зависимости и их погрешностей.
3. Определение параметров функциональной зависимости и их погрешностей из анализа результатов совместных измерений.
4. Прямое преобразование физических величин в частоту выходного сигнала в датчиках с частотным выходом, основанных на закономерностях физических эффектов (осциллисторный эффект, рекомбинационная неустойчивость, доменная неустойчивость и другие)
5. Метод наименьших квадратов

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

Согласована на портале № 65450

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:

Согласована на портале № 65450

– 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 № 65450

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ
протокол № 6 от «24» 12 2021 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. УИ	Г.Н. Нариманова	Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe
Заведующий обеспечивающей каф. УИ	Г.Н. Нариманова	Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. УИ	М.Е. Антипин	Согласовано, c47100a1-25fd-4b1a-af65-5d736538bbd4
Старший преподаватель, каф. УИ	О.В. Килина	Согласовано, e26fb2b7-2be5-4b77-8183-050906687dfc

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. УИ	А.И. Солдатов	Разработано, 7052192c-bd4c-490f-a9df-4d418b0e57f7

Согласована на портале № 65450