МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР и МД
_____Сенченко П.В.
«11» _____12_____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **15.04.06 Мехатроника и робототехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление разработками робототехнических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет инновационных технологий (ФИТ)**
Кафедра: **управления инновациями (УИ)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	36	36	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	180	180	часов
(включая промежуточную аттестацию)	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР и МД
Дата подписания: 11.12.2024
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 81990

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка специалиста по мехатронике и робототехнике, владеющего необходимыми знаниями о методах и средствах измерительного контроля, о характеристиках измерительных преобразователей робототехнической и мехатронной продукции.
2. Формирование способности разрабатывать методики проведения экспериментов и проводить эксперименты в области мехатроники и робототехники по применению измерительных преобразователей и датчиков и обрабатывать результаты экспериментов с применением современных информационных технологий и технических средств.
3. Формирование готовности разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований и испытаний измерительных преобразователей мехатронной или робототехнической системы, способностью участвовать в проведении таких испытаний и обработке их результатов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение методов и средств измерительного контроля характеристик робототехнической и мехатронной продукции.
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).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.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
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 81990

ПК-4. Способен разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований и испытаний мехатронной или робототехнической системы, участвовать в проведении таких испытаний и обработке их результатов	ПК-4.1. Знает основы планирования эксперимента	Знает методику проведения экспериментальных исследований и испытаний мехатронной или робототехнической системы
	ПК-4.2. Умеет составлять программы и методики испытаний	Умеет составлять программы и методики испытаний мехатронной или робототехнической системы
	ПК-4.3. Владеет навыками проведения испытаний и экспериментальных исследований	Владеет навыками проведения испытаний и экспериментальных исследований мехатронной или робототехнической системы и обработке их результатов

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 5 зачетных единиц, 180 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
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Написание конспекта самоподготовки	10	10
Подготовка к тестированию	10	10
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	8	8
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16
Подготовка к устному опросу / собеседованию	20	20
Подготовка к контрольной работе	8	8
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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
1 семестр						
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	4	4	8	14	30	ПК-4

Согласована на портале № 81990

2 Основы метрологии. Погрешности измерений	4	4	4	16	28	ПК-4
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	2	2	4	10	18	ПК-4
4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин	4	4	4	14	26	ПК-4
5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	4	4	16	18	42	ПК-4
Итого за семестр	18	18	36	72	144	
Итого	18	18	36	72	144	

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
1 семестр			
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	Определение основных понятий дисциплины и связанных с ними терминов. Роль и значение физических эффектов в построении измерительных преобразователей. Значение фундаментальной и математической подготовки инженера- конструктора-технолога. Предмет, цель и задачи дисциплины. Характеристика материала дисциплины и его структура.	4	ПК-4
	Итого	4	
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.	4	ПК-4
	Итого	4	
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. коэффициент линейной корреляции.	2	ПК-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 81990

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-4
	Итого	4	
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-4
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

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
1 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.	4	ПК-4
	Итого	4	
2 Основы метрологии. Погрешности измерений	Метрологические характеристики. Погрешности и чувствительность датчиков. Быстродействие. Градуировка датчиков	4	ПК-4
	Итого	4	

Согласована на портале № 81990

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-4
	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-4
	Итого	4	
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-4
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

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
1 семестр			
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	Исследование нелинейной измерительной характеристики преобразователя на примере нелинейной характеристики термопары. Изучение измерительного моста	8	ПК-4
	Итого	8	
2 Основы метрологии. Погрешности измерений	Статистический анализ результатов многократных косвенных измерений одной величины.	4	ПК-4
	Итого	4	
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Линейная аппроксимация измерительной характеристики преобразователя, определение коэффициента линейной корреляции	4	ПК-4
	Итого	4	

Согласована на портале № 81990

4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин	Изучение усилителей	4	ПК-4
	Итого	4	
5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	Исследование измерительных характеристик датчика цвета	4	ПК-4
	Исследование измерительной характеристики акустического датчика	4	ПК-4
	Изучение датчика температуры и влажности	4	ПК-4
	Изучение датчика пульса	4	ПК-4
	Итого	16	
	Итого за семестр	36	
	Итого	36	

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
1 семестр				
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-4	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	ПК-4	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-4	Лабораторная работа
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	4	ПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	14		

Согласована на портале № 81990

2 Основы метрологии. Погрешности измерений	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-4	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-4	Тестирование
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-4	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	4	ПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	16		
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-4	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-4	Тестирование
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-4	Конспект самоподготовки
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	4	ПК-4	Устный опрос / собеседование
	Итого	10		
4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-4	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	ПК-4	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	4	ПК-4	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-4	Лабораторная работа
	Итого	14		

Согласована на портале № 81990

5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-4	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-4	Тестирование
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-4	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	4	ПК-4	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Итого	18		
Итого за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		108		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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-4	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен

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
1 семестр				
Защита отчета по лабораторной работе	1	1	1	3
Конспект самоподготовки	6	2	5	13
Контрольная работа	4	2	7	13

Согласована на портале № 81990

Устный опрос / собеседование	5	4	5	14
Лабораторная работа	6	2	5	13
Тестирование	4	6	4	14
Экзамен				30
Итого максимум за период	26	17	27	100
Нарастающим итогом	26	43	70	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)
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. Сырямкин, В.И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике / В.И.Сырямкин.- 2-е изд.,доп.- Санкт-Петербург : Лань, 2022.-532 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/247370.

7.2. Дополнительная литература

1. 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.

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.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 81990

1. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ: Методические указания по выполнению студентами лабораторных работ / А. И. Солдатов - 2024. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11094.

2. Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / А. И. Солдатов - 2022. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9709.

3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ: Методические указания для проведения практических занятий / А. И. Солдатов - 2024. 6 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11095.

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

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:

Согласована на портале № 81990

- 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;
- 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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

Согласована на портале № 81990

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение. Виды измерительных преобразователей	ПК-4	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 81990

2 Основы метрологии. Погрешности измерений	ПК-4	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Аппроксимация методом наименьших квадратов	ПК-4	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Измерительная техника. Методы и средства измерения физических величин	ПК-4	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 81990

5 Датчики. Измерение неэлектрических величин электрическими методами	ПК-4	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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
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

Согласована на портале № 81990

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. Какая формулировка понятия «Измерение» является правильной?
   1) процесс определения количественного параметра некоторого объекта с помощью измерительного прибора;
   2) действия оператора по определению характеристик материальных объектов с помощью измерительного прибора;
   3) познавательный процесс, включающий определение характеристик материальных объектов с помощью технических средств;
   4) действия оператора по определению характеристик материальных объектов с помощью средств измерения.
2. Как называются измерения, когда измеряемая величина определяется сразу непосредственно по показаниям измерительного прибора?
   1) непрямыми;
   2) косвенными;
   3) традиционными;
   4) прямыми.
3. Как называются измерения, если измеряемая величина вычисляется из результатов одновременного измерения нескольких других величин, которые связаны с измеряемой величиной определенной функциональной зависимостью?
   1) совместные измерения;
   2) несовместные измерения;
   3) совокупные измерения;
   4) косвенные измерения.
4. Что такое средство измерений?
   1) техническое средство, предназначенное для измерений;
   2) электронное техническое средство;
   3) техническое средство, имеющее нормированные метрологические характеристики;
   4) комплекс технических средств для обработки измерительной информации.
5. Как называются измерения, если измеряемая величина вычисляется из результатов одновременного измерения нескольких других величин, которые связаны с измеряемой величиной определенной функциональной зависимостью?
   1) совместные измерения;

Согласована на портале № 81990

2) несовместные измерения;
3) совокупные измерения;
4) косвенные измерения.

6. Какая мостовая схема используется в измерительных датчиках?
1) схема моста Вайнберга;
2) схема моста Уитстона;
3) схема моста Гилберта;
4) схема моста Пранкина.

7. В чем заключается метод наименьших квадратов?
1) это метод подбора наиболее простой функции, график которой проходит как можно ближе к заданным точкам;
2) это метод подбора наиболее простой функции, при котором сумма отклонений функции от значений в заданных точках минимальна;
3) это метод подбора наиболее простой функции, при котором сумма модулей отклонения функции от значений в заданных точках минимальна;
4) это метод подбора наиболее простой функции, при котором график функции проходит через заданные точки.

8. От чего зависит амплитуда отраженного сигнала ультразвуковой волны?
1) от параметров среды распространения,
2) от размеров отражателя,
3) от температуры,
4) от частоты.

9. В чем заключается закон Снеллиуса?
1) угол падения равен углу отражения;
2) отношение угла падения к скорости упругой волны в первой среде равно отношению угла преломления к скорости во второй среде;
3) =отношение угла падения к углу преломления равно отношению скоростей упругой волны в первой среде к скорости во второй среде;
4) отношение угла падения к углу преломления равно отношению скоростей упругой волны во второй среде к скорости в первой среде.

10. Что такое первый критический угол?
1) угол падения равный 90 градусов;
2) угол падения, при котором угол преломления равен 90 градусов;
3) угол падения, при котором угол отражения равен 90 градусов;
4) угол падения, при котором угол преломления равен 0 градусов.

11. Для каких целей служит демпфер в акустическом датчике?
1) для защиты чувствительного элемента от внешней среды;
2) для увеличения амплитуды зондирующего импульса;
3) для уменьшения амплитуды зондирующего импульса;
4) для уменьшения длительности зондирующего импульса.

12. Что такое температура?
1) условная статистическая величина, прямо пропорциональная средней кинетической энергии молекул тела;
2) это шкала, по которой определяют температуру тела;
3) условная статистическая величина, прямо пропорциональная средней потенциальной энергии тела;
4) это состояние тела, при котором средняя кинетическая энергия молекул равна средней потенциальной энергии молекул этого тела.

13. Какой эффект используется в термопарах?
1) эффект Холла;
2) эффект Зеебека;
3) эффект Пельтье;
4) спиновый эффект.

14. Какое термометрическое свойство используется в жидкостном термометре?
1) тепловое расширение;
2) термоэлектрический эффект;
3) изменение давления;

Согласована на портале № 81990

4) тепловое излучение.

15. От каких параметров зависит термоэлектродвижущая сила в термопарах?
    1) от толщины проводников;
    2) от температуры;
    3) от длины проводников;
    4) от толщины проводников, температуры и длины проводников
16. На какие типы подразделяются оптические датчики по принципу работы?
    1) моноблочные и двухблочные датчики;
    2) одноблочные и двухблочные датчики;
    3) датчики барьерного типа, датчики рефлекторного типа и датчики диффузионного типа;
    4) тепловые, фотоэлектрические и фотохимические.
17. Какие источники оптического излучения относятся к естественным?
    1) солнце, планеты, облака;
    2) солнце, планеты;
    3) солнце, планеты, Луна;
    4) солнце, Луна, облака.
18. Из каких блоков состоит функциональная схема измерительной системы?
    1) чувствительный элемент, преобразователь измеряемой величины, вычислительный блок, блок передачи измерительной информации и блок отображения;
    2) чувствительный элемент, усилитель измеряемой величины, вычислительный блок, блок передачи измерительной информации и блок отображения;
    3) чувствительный элемент, усилитель измеряемой величины, преобразователь измеряемой величины, блок передачи измерительной информации и блок отображения;
    4) чувствительный элемент, преобразователь измеряемой величины, вычислительный блок и блок отображения.
19. Какие элементы используются в измерительном мосте?
    1) источник питания, четыре резистора, гальванометр;
    2) источник питания, два резистора, гальванометр;
    3) источник питания, три резистора, гальванометр;
    4) источник питания, резистор, гальванометр.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Классификация измерений. Измерения прямые, косвенные, совместные и совокупные.
2. Классификация методов измерения физических величин. Метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.
3. Суть понятий: измерение, испытание, контроль
4. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности.
5. Правила суммирования погрешностей.
6. Доверительный интервал погрешности.
7. Классификация средств измерений (СИ).
8. Метрологические характеристики СИ.
9. Погрешности средств измерения, их нормирование. Классы точности СИ.
10. Обработка результатов прямых однократных измерений.
11. Определение результата и погрешности косвенных измерений.
12. Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.
13. Правила представления результатов измерений.
14. Сигналы измерительной информации.
15. Классификация датчиков.
16. Основные технические и метрологические характеристики датчиков.
17. Реостатные датчики. Принцип действия, конструкция, характеристики, применения.
18. Тензочувствительные датчики.
19. Термочувствительные датчики.
20. Индуктивные датчики
21. Емкостные датчики.
22. Ионизационные датчики.
23. Фотоэлектрические датчики.

Согласована на портале № 81990

24. Термоэлектрические датчики.
25. Индукционные датчики.
26. Пьезоэлектрические датчики.
27. Датчики Холла.
28. Химические датчики.
29. Оптоэлектронные датчики.
30. Интеллектуальные датчики.
31. Измерение перемещений и уровней.
32. Измерение давления.
33. Измерение вибраций.
34. Датчики температуры с частотным выходом
35. Датчики магнитного поля с частотным выходом
36. Датчики линейного перемещения с частотным выходом.
37. Датчики углового перемещения с частотным выходом.
38. Измерительные цепи датчиков. Их сравнительная характеристика.
39. Обзор наиболее известных мировых производителей датчиков.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей, систематические и случайные погрешности, их особенности.
2. Правила суммирования погрешностей. Правила представления результата измерения. Обработка результатов измерений.
3. Аппроксимация методом наименьших квадратов: параметры линейной зависимости и их погрешности. Коэффициент линейной корреляции.
4. Общие сведения о средствах измерений и классификация средств измерения.
5. Аналоговые и цифровые приборы, их особенности. Обобщенные структурные схемы приборов прямого и уравновешивающего преобразования.
6. Основные характеристики и погрешности средств измерения.
7. Методы и средства измерения электрических физических величин: напряжения, тока, мощности, частоты, интервалов времени и фазового сдвига, анализ спектра сигналов, осциллографирование.
8. Основные понятия и определения, классификация датчиков.
9. Физические принципы работы датчиков, их характеристики.
10. Параметрические датчики: реостатные, тензочувствительные, термочувствительные, индуктивные, емкостные, ионизационные, фотоэлектрические.
11. Генераторные датчики: термоэлектрические, индукционные, пьезоэлектрические, Холла.
12. Интеллектуальные датчики.

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.

Согласована на портале № 81990

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.
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

Согласована на портале № 81990

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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.

Согласована на портале № 81990

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.

Согласована на портале № 81990

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ
протокол № 4 от «21» 11 2024 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	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

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 № 81990