

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе  Г.Ю. Нагорная  
« 16 » 01 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Детали машин

Уровень образовательной программы \_\_\_\_\_ бакалавриат \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника \_\_\_\_\_

Направленность (профиль) Электротехнические комплексы мехатронных и робототехнических систем

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Срок освоения ОП \_\_\_\_\_ 4 года \_\_\_\_\_

Институт \_\_\_\_\_ Инженерный \_\_\_\_\_

Кафедра разработчик РПД \_\_\_\_\_ Мехатронные и робототехнические системы \_\_\_\_\_

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ Мехатронные и робототехнические системы \_\_\_\_\_

Начальник  
учебно-методического управления



Семенова Л.У.

Директор института



Павленко Е.Н.

Заведующий выпускающей кафедрой



Малсугенов Р.С.

Черкесск, 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	5
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля .....	6
4.2.2. Лекционный курс .....	7
4.2.3. Лабораторный практикум.....	8
4.2.4. Практические занятия .....	11
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	15
5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям.....	15
5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям .....	16
5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям .....	17
5.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	17
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	18
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы.....	19
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» .....	19
7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение .....	19
8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий.....	20
8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся .....	20
8.3. Требования к специализированному оборудованию .....	20
9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....	21
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	22
1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	23
2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины.....	23
3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины .....	24
4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине .....	27
5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции.....	38

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Датчики и основы измерений» состоит в формировании у студентов системных знаний о метрологическом обеспечении, стандартизации и сертификации как важнейших инструментах обеспечения качества и безопасности продукции, процессов и услуг в области мехатронных и робототехнических систем.

При этом *задачами* дисциплины являются:

- приобретение обучающимися знаний в области:

- основ метрологии как науки об измерении, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности;
- основ стандартизации как деятельности, направленной на разработку и установление требований, норм, правил, характеристик, регламентов как обязательных, так и рекомендуемых для выполнения при соблюдении условий безопасности труда;
- основ сертификации как действий, проводимых для подтверждения соответствия изделия, процесса или регламента, определенным стандартом или техническим условием.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Дисциплина «Датчики и основы измерений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули), имеет тесную связь с другими дисциплинами.

2.2. В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1.	Метрология, стандартизация и сертификация	Проектирование мехатронных устройств и роботов Управление техническими системами

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

№ п/п	Номер/ индекс компетенции	Наименование компетенции (или ее части)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:
1	2	3	4
1.	ПК-2	Способен производить комплексную настройку мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления	<p><b>ПК-2.1.</b> Выполняет анализ технической документации и функциональных требований к мехатронной или робототехнической системе.</p> <p><b>ПК-2.2.</b> Определяет состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке</p> <p><b>ПК-2.3.</b> Выполняет подключение контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы</p>
2.	ПК-5	Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам, а также вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов, обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	<p><b>ПК 5.1.</b> Проводит эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам с дальнейшей обработкой и интерпретацией полученных данных</p> <p><b>ПК 5.2.</b> Проводит вычислительные эксперименты для исследования математических моделей элементов мехатронных и робототехнических систем с использованием специальных программных средств</p> <p><b>ПК 5.3.</b> Составляет отчеты (разделы отчетов), элементы конструкторской документации по теме или по результатам проведенных экспериментов, наблюдений, измерений</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

*Очная форма обучения*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры*
		№ 4 часов
1	2	3
<b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	34	34
Лабораторные занятия (ЛЗ)	34	34
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	34	34
<b>Внеаудиторная контактная работа</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
В том числе индивидуальные групповые консультации	2	2
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СРО)** (всего)</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<i>Работа с книжными и электронными источниками</i>	20	20
<i>Подготовка к тестовому контролю</i>	10	10
<i>Подготовка к промежуточному контролю (ППК)</i>	10	10
<b>Промежуточная аттестация</b>	Экзамен (Э) <b>в том числе:</b>	<b>Э (36)</b>
	<b>Прием зач., час.</b>	<b>0,5</b>
	СРО, час.	33,5
<b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>	<b>часов</b>	<b>180</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>

## 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

*Очная форма обучения*

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущей и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	СРО	все го	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	4	<b>Раздел 1. Основы измерительных систем и методики</b>	12	10	12	12	46	Тестовый контроль
2.		<b>Раздел 2. Классические датчики механических и электрических величин</b>	12	16	10	16	54	Тестовый контроль
3.		<b>Раздел 3. Специализированные и современные датчики для сложных систем</b>	10	8	12	12	42	Тестовый контроль
4.		Внеаудиторная контактная работа					2	Индивидуальные и групповые консультации
5.		Промежуточная аттестация					36	Экзамен
		<b>ИТОГО:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>180</b>	

#### 4.2.2. Лекционный курс

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы лекции	Содержание лекции	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 4</b>				<b>ОФО</b>
1.	<b>Раздел 1. Основы измерительных систем и методики</b>	Введение в измерительные системы	Основные понятия метрологии: измерения, точность, погрешности. Классификация датчиков: активные/пассивные, аналоговые/цифровые, контактные/бесконтактные. Роль датчиков в автоматизированных системах и робототехнике.	<b>2</b>
2.		Основы метрологии и обработки сигналов	Погрешности измерений: систематические, случайные, методические. Статические и динамические характеристики датчиков (чувствительность, линейность, гистерезис). Аналоговая и цифровая обработка сигналов (фильтрация, усиление, АЦП/ЦАП).	<b>4</b>
3.		Калибровка и тестирование датчиков	Методы калибровки: статические и динамические. Эталонные источники сигналов (температура, давление, сила). Автоматизированные системы поверки (на примере LabVIEW)	<b>2</b>
4.		Интерфейсы датчиков	Аналоговые интерфейсы (0–10 В, 4–20 мА). Цифровые протоколы: I2C, SPI, UART, CAN, IO-Link. Беспроводные технологии (Bluetooth, Zigbee, LoRa).	<b>4</b>
5.	<b>Раздел 2. Классические датчики механических и электрических величин</b>	Датчики температуры	Принципы работы: термопары, терморезисторы (NTC, PTC), полупроводниковые датчики. Калибровка и компенсация погрешностей. Применение в промышленности и робототехнике (тепловые режимы двигателей, экзоскелеты).	<b>2</b>
6.		Датчики давления и силы	Типы датчиков давления: пьезоэлектрические, тензометрические, емкостные. Датчики силы и нагрузки: тензодатчики, пьезорезистивные элементы; - использование в роботизированных захватах и промышленных системах.	<b>2</b>

7.		Датчики положения и перемещения	потенциометры, индуктивные и емкостные датчики. Оптические энкодеры (инкрементальные и абсолютные). Применение в сервоприводах и CNC-станках.	<b>4</b>
8.		Датчики тока и напряжения	шунты, трансформаторы тока, датчики на эффекте Холла; - гальваническая развязка в измерительных цепях; - мониторинг энергопотребления в мехатронных системах.	<b>2</b>
9.		Тактильные и гибкие датчики	резистивные и емкостные сенсоры давления; - растяжимые датчики для мягкой робототехники; - применение в протезировании и человеко-машинном интерфейсе.	<b>2</b>
10.	<b>Раздел 3. Специализированные и современные датчики для сложных систем</b>	Инерциальные датчики	Акселерометры: принцип работы, MEMS-технологии. Гироскопы: механические, оптические, MEMS. Применение в навигации дронов и стабилизации платформ.	<b>2</b>
11.		Оптические, лазерные датчики и датчики расстояния	Фоторезисторы, фотодиоды, ИК-датчики. Лидары и времяпролетные (ToF) датчики. Роль в компьютерном зрении и автономных транспортных средствах.	<b>4</b>
12.		Химические и газовые датчики	Электрохимические, полупроводниковые, оптические газоанализаторы. Датчики влажности (емкостные, резистивные).	<b>2</b>
13.		Сенсорные системы в робототехнике	Архитектура сенсорных сетей (централизованные, распределенные). Сенсорная интеграция в ROS (Robot Operating System). Примеры: датчики промышленных роботов, автономных машин.	<b>2</b>
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>34</b>

#### 4.2.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 4</b>				<b>ОФО</b>
1.	<b>Раздел 1.</b>	Вводное занятие.	Сборка простейшей	<b>2</b>

	<b>Основы измерительных систем и методики</b>	Основы безопасности. Знакомство с оборудованием	электрической цепи, работа с измерительными приборами – мультиметр, источник питания, осциллограф, инструктаж по технике безопасности, изучение лабораторного стенда, пайка, проверка работоспособности.	
2.		Оценка погрешностей и статических характеристик датчика	Калибровка датчика по эталонному воздействию, снятие статической характеристики «выходной сигнал – входная величина», построение графика, определение чувствительности, расчет нелинейности и гистерезиса, учет систематических и случайных погрешностей.	<b>4</b>
3.		Аналоговая обработка сигнала	Слабый и зашумленный сигнал с термопары или микрофона, схемы на операционном усилителе – инвертирующий и неинвертирующий усилитель, активный фильтр низких частот (ФНЧ), анализ формы сигнала на осциллографе до и после обработки.	<b>2</b>
4.		Цифровой интерфейс I2C/SPI	Подключение цифрового датчика BME280 или MPU6050 к микроконтроллеру Arduino по шине I2C, написание программы для чтения данных, работа с регистрами датчика, вывод показаний на экран.	<b>2</b>
5.		<b>Раздел 2. Классические датчики механических и электрических величин</b>	Датчики температуры: сравнительный анализ.	Параллельное измерение температуры одним источником с использованием разных принципов – термопара, термистор, цифровой датчик DS18B20, сравнение скорости отклика, точности, линейности характеристик.
6.	Тензометрические датчики и измерение силы/деформации.		Мостовая схема Уитстона, тензодатчик на консольной балке, приложение эталонных нагрузок, измерение разбаланса моста,	<b>2</b>

			усиление сигнала, калибровка датчика для измерения силы в Ньютонах.	
7.		Емкостный датчик положения/приближения.	Пластины конденсатора в качестве чувствительного элемента, измеритель емкости на основе генератора, изменение частоты или напряжения при варьировании расстояния между пластинами, внесение в поле диэлектрика – рука, пластик, вода.	<b>2</b>
8.		Оптический энкодер. Измерение угла и скорости вращения.	Инкрементальный энкодер на валу двигателя, подсчет импульсов с помощью микроконтроллера, определение направления вращения, расчет угла поворота и скорости в оборотах в минуту.	<b>2</b>
9.		Магнитный датчик Холла. Датчик тока.	Линейный датчик Холла SS49E для измерения положения постоянного магнита, датчик тока ACS712 на эффекте Холла, измерение переменного и постоянного тока, гальваническая развязка силовой цепи и цепи измерения.	<b>2</b>
10.		Пьезоэлектрический датчик. Измерение вибрации и ударного воздействия.	Пьезоэлемент или пьезоакселерометр, усиление сигнала, регистрация отклика на ударное воздействие, анализ сигнала вибрации балки, изучение частотного спектра с помощью программного обеспечения.	<b>2</b>
11.		Тактильный сенсор на основе гибкого резистивного материала.	Снятие вольт-амперной характеристики при изменении приложенного давления, создание схемы для детектирования касания и оценки силы нажатия, анализ нелинейности.	<b>2</b>
12.		Ультразвуковой дальномер.	Модуль HC-SR04, формирование зондирующего импульса, измерение времени задержки эхо-сигнала, расчет расстояния до объекта,	<b>2</b>

			исследование влияния материала и угла наклона поверхности на точность.	
13.	<b>Раздел 3. Специализированные и современные датчики для сложных систем</b>	Акселерометр и гироскоп. Ориентация в пространстве.	Модуль MPU6050, чтение сырых данных по осям X, Y, Z, расчет углов наклона – крена и тангажа по акселерометру, наблюдение дрейфа показаний гироскопа, основы комплементарной фильтрации.	<b>2</b>
14.		Лазерный оптический датчик расстояния	Датчик расстояния VL53L0X на принципе времени пролета (ToF), измерение дистанции до различных поверхностей, сравнение точности и быстродействия с ультразвуковым методом, работа с темными и зеркальными объектами.	<b>2</b>
15.		Комплексная система: «Простой сенсорный узел робота».	Интеграция нескольких датчиков – энкодер, IMU, ультразвуковой дальномер — в единый измерительный узел на базе Arduino, написание программы для синтеза данных, решение прикладной задачи навигации или взаимодействия с окружением.	<b>4</b>
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>34</b>

#### 4.2.4. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Содержание практического занятия	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 4</b>				<b>ОФО</b>
1.	<b>Раздел 1. Основы измерительных систем и методики</b>	Метрологический анализ измерительного канала.	Анализ структурной схемы типовой измерительной системы (датчик, усилитель, АЦП, процессор). Расчет результирующей погрешности канала по характеристикам компонентов - аддитивные и мультипликативные погрешности, приведение к входу датчика. Работа с паспортами и datasheet на датчики и усилители. Построение графиков	4

			реальной характеристики с учетом суммарной погрешности (коридор неопределенности).	
2.		Расчет и моделирование аналоговых интерфейсов для пассивных датчиков.	Расчет параметров мостовых схем для тензодатчиков и термосопротивлений: выбор напряжения возбуждения, балансировка моста, расчет сопротивлений. Моделирование в Multisim/LTspice: анализ влияния сопротивления проводов, температурной нестабильности. Проектирование схемы дифференциального усилителя для моста: расчет коэффициента усиления, учет синфазного сигнала, подбор прецизионных ОУ.	4
3.		Проектирование цифрового фильтра для сигналов датчиков.	Анализ спектра зашумленного сигнала (пример: акселерометр, вибрация). Цифровая фильтрация в среде Python/Matlab или микроконтроллере: разработка и применение КИХ- и БИХ-фильтров (ФНЧ, режекторный). Сравнение фильтров по эффективности, фазовому сдвигу, вычислительной сложности. Адаптивная фильтрация для подавления сетевой помехи 50 Гц.	2
4.		Калибровка и линеаризация характеристики датчика.	Обработка экспериментальных данных калибровки (например, для термопары или FSR). Построение калибровочной кривой. Реализация методов линеаризации: кусочно-линейная аппроксимация, полиномиальная регрессия (2-3 степени). Расчет коэффициентов полинома методом наименьших квадратов в Excel/Python. Создание функции линеаризации для	2

			встраивания в микроконтроллер. Оценка остаточной погрешности после линейаризации.	
5.	<b>Раздел 2. Классические датчики механических и электрических величин</b>	Выбор датчика для технического задания	Анализ готового ТЗ на систему измерения (пример: контроль уровня жидкости в баке, система учета электроэнергии, датчик для робота-манипулятора). Формирование критериев выбора: диапазон измерений, точность, быстродействие, условия эксплуатации, интерфейс, стоимость. Сравнительный анализ 3-4 альтернативных датчиков. Обоснование выбора оптимального варианта в виде краткого отчета.	2
6.		Работа с протоколами передачи данных датчиков.	Анализ временных диаграмм протоколов I2C, SPI, UART. «Чтение» осциллограмм обмена данными с датчиком. Работа с логическим анализатором протоколов (виртуальным или реальным).	4
7.		Проектирование измерительной цепи для датчика тока.	Сравнение методов: шунт, трансформатор тока, датчик Холла. Расчет шунта: мощность рассеяния, тепловой режим, выбор материала. Проектирование цепи на операционном усилителе для усиления сигнала шунта: учет синфазного напряжения, гальваническая развязка с помощью изолированного усилителя или оптрона. Анализ частотных характеристик для измерения переменного тока.	4
8.	<b>Раздел 3. Специализированные и современные датчики для сложных систем</b>	Разработка алгоритмов обработки данных инерциальных датчиков	Синтез данных акселерометра и гироскопа. Реализация комплементарного фильтра и упрощенного алгоритма Маджвика на языке Python/C++. Расчет углов ориентации (крен, тангаж).	4

			Визуализация 3D-модели по данным с IMU. Анализ и компенсация дрейфа гироскопа.	
9		Анализ систем с обратной связью на основе датчиков.	Разбор функциональной схемы системы автоматического регулирования (САР) с датчиком в цепи обратной связи (пример: регулятор температуры, стабилизация оборотов двигателя). Определение роли датчика (положения, скорости, температуры). Расчет запаса устойчивости системы с учетом динамических характеристик датчика (постоянной времени, задержки). Моделирование простой САР в Simulink при замене идеального датчика на реальный с инерционностью.	4
10.		Разработка структурной схемы сенсорной системы для робототехнического устройства.	Разработка с нуля концепции сенсорной системы по ТЗ Функциональное распределение датчиков: навигация (энкодеры, IMU, одометрия), восприятие окружения (лидар, УЗ-дальномеры, камера), обратная связь привода (ток, температура). Разработка структурной схемы с указанием типов датчиков, интерфейсов и потоков данных. Оценка необходимой вычислительной мощности и пропускной способности шин.	4
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>34</b>

#### 4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 4</b>				<b>ОФО</b>
1.	<b>Раздел 1. Основы измерительных систем и методики</b>	1.1.	Работа с книжными и электронными источниками	6
		1.2.	Подготовка к тестовому контролю	3
		1.3.	Подготовка к промежуточному контролю	3
2.	<b>Раздел 2. Классические датчики механических и электрических величин</b>	2.1.	Работа с книжными и электронными источниками	8
		2.2.	Подготовка к тестовому контролю	4
		2.3.	Подготовка к промежуточному контролю	4
3.	<b>Раздел 3. Специализированные и современные датчики для сложных систем</b>	3.1.	Работа с книжными и электронными источниками	6
		3.2.	Подготовка к тестовому контролю	3
		3.3.	Подготовка к промежуточному контролю	3
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>40</b>

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям

Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками, имеющимися на сайте вуза и в библиотечно-издательском центре, с графиком консультаций преподавателя.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Необходимо приходить на лекцию подготовленным, ведь только в этом случае преподаватель может вести лекцию в интерактивном режиме, что способствует повышению эффективности лекционных занятий. Именно поэтому обучающимся необходимо:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;

- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, присланный лектором на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы), который будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции, воспроизвести основные определения, отметить непонятные термины и положения, подготовить вопросы с целью уточнения правильности понимания, попытаться ответить на контрольные вопросы по ключевым пунктам содержания лекции.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, необходимо обратиться к преподавателю (по графику его консультаций или на практических занятиях, или написать на адрес электронной почты).

Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – рассмотрение теоретических вопросов излагаемой дисциплины в логически выдержанной форме; формирование ориентировочной основы для последующего усвоения обучающимися учебного материала. В состав лекционного курса по дисциплине «Датчики и основы измерений» включены: конспекты (тексты, схемы) лекций в электронном представлении; файл с раздаточным материалом; списки учебной литературы, рекомендуемой обучающимся в качестве основной и дополнительной по темам лекций.

Общий структурный каркас, применимый ко всем лекциям дисциплины, включает в себя сообщение плана лекции и строгое следование ему. В план включены наименования основных узловых вопросов лекций, которые положены в основу промежуточного контроля; связь нового материала с содержанием предыдущей лекции, определение его места и назначения в дисциплине, а также в системе с другими дисциплинами и курсами; подведение выводов по каждому вопросу и по итогам всей лекции.

## **5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям**

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки обучающихся. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение обучающимися лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Методические указания по проведению лабораторных работ включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование; цель работы; предмет и содержание работы; оборудование, технические средства, инструмент; порядок (последовательность) выполнения работы; правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости); общие правила к оформлению работы; контрольные вопросы и задания; список литературы (по необходимости).

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у обучающихся в формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос обучающихся для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия. Список литературы для подготовки к лабораторным занятиям приведены ниже

### **5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям**

Практические занятия – это активная форма учебного процесса. При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя. Темы теоретического содержания выносятся на практические занятия, предполагают дискуссионный характер обсуждения. Большая часть тем дисциплины носит практический характер, т.е. предполагает выполнение заданий и решение задач, анализ практических ситуаций.

### **5.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать обучающегося в системе знаний, умений и владений, которые должны быть усвоены и освоены будущими бакалаврами по данной дисциплине.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Всего часов
				ОФО
1	2	3	4	5
1.	4	Лекция «Интерфейсы датчиков»	Лекция с применением интерактивных технологий	4
2.		Лекция «Датчики положения и перемещения»	Лекция с применением интерактивных технологий	4
3.		Лекция «Оптические, лазерные датчики и датчики расстояния».	Лекция с применением интерактивных технологий	4
4.		Лекция «Химические и газовые датчики»	Лекция с применением интерактивных технологий	2
5.		Лекция «Сенсорные системы в робототехнике»	Лекция с применением интерактивных технологий	2
6.		Расчет и моделирование аналоговых интерфейсов для пассивных датчиков	Работа в парах	4
7.		Работа с протоколами передачи данных датчиков.	Работа в парах	4
8.		Разработка алгоритмов обработки данных инерциальных датчиков	Работа в парах	4
9.		Разработка структурной схемы сенсорной системы для робототехнического устройства.	Работа в парах	4

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

<b>Список основной литературы</b>	
1.	Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления : лабораторный практикум / И. С. Бобылкин, А. С. Костюков, О. Н. Чирков, Е. М. Ивашкина. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. — 78 с. — ISBN 978-5-7731-1081-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/131035.html">https://www.iprbookshop.ru/131035.html</a>
2.	Радкевич, Я. М. Датчики и основы измерений : учебное пособие / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 791 с. — ISBN 978-5-4487-0335-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/79771.html">https://www.iprbookshop.ru/79771.html</a>
3.	Коротков, В. С. Датчики и основы измерений : учебное пособие / В. С. Коротков, А. И. Афонасов. — Томск : Томский политехнический университет, 2015. — 187 с. — ISBN 978-5-4387-0464-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/34681.html">https://www.iprbookshop.ru/34681.html</a>
<b>Список дополнительной литературы</b>	
1.	Датчики : справочное пособие / В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой [и др.] ; под редакцией В. М. Шарапов, В. С. Полищук. — Москва : Техносфера, 2012. — 624 с. — ISBN 978-5-94836-316-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/16974.html">https://www.iprbookshop.ru/16974.html</a>
2.	Волхонов, В. И. Датчики и основы измерений : учебное пособие / В. И. Волхонов, Е. И. Шклярова. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2011. — 249 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/46281.html">https://www.iprbookshop.ru/46281.html</a> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3.	Попов, Г. В. Микромеханические инерциальные датчики : лабораторный практикум / Г. В. Попов. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2015. — 272 с. — ISBN 978-5-7038-4336-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/94169.html">https://www.iprbookshop.ru/94169.html</a>

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам;  
<http://fcior.edu.ru> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;  
<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

### 7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

Лицензионное программное обеспечение	Реквизиты лицензий/ договоров
MS Office 2003, 2007, 2010, 2013	Сведения об Open Office: 63143487, 63321452, 64026734, 6416302, 64344172, 64394739, 64468661, 64489816, 64537893, 64563149, 64990070, 65615073

	Лицензия бессрочная
Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite	Лицензионный сертификат Срок действия: с 24.12.2024 до 25.12.2025
Консультант Плюс	Договор № 272-186/С-25-01 от 30.01.2025 г.
Цифровой образовательный ресурс IPR SMART	Лицензионный договор № 12873/25П от 02.07.2025 г. Срок действия: с 01.07.2025 г. до 30.06.2026 г.
Бесплатное ПО	
Sumatra PDF, 7-Zip	

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:

- набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации: проектор, экран, ноутбук;
- специализированная мебель: стол преподавательский, стул для преподавателя, стол ученический, стул ученический, доска ученическая, тумба кафедры.

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнение курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории: переносной проектор, переносной настенный экран, ноутбук, системный блок, монитор, плоттер, МФУ;
- специализированная мебель: стол преподавательский, стул для преподавателя, стол ученический, стул ученический, стол компьютерный, доска ученическая.

3. Помещение для самостоятельной работы.

Библиотечно-издательский центр.

Отдел обслуживания печатными изданиями: комплект проекционный, мультимедийный оборудование: экран настенный, проектор, ноутбук; рабочие столы на 1 место, стулья.

Отдел обслуживания электронными изданиями: интерактивная система, монитор, сетевой терминал, персональный компьютер, МФУ, принтер, рабочие столы на 1 место; стулья.

Информационно-библиографический отдел: персональный компьютер, сканер, МФУ, рабочие столы на 1 место, стулья.

### **8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся**

1. Рабочее место преподавателя, оснащенное ноутбуком.

2. Рабочее место обучающегося, оснащенное компьютером с доступом к сети «Интернет», для работы в электронных образовательных средах, а также для работы с электронными учебниками.

### **8.3. Требования к специализированному оборудованию**

нет

## **9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной учебной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## Датчики и основы измерений

### 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Индекс	Формулировка компетенции
ПК-2	Способен производить комплексную настройку мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления
ПК-5	Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам, а также вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов, обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств

### 2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

Разделы (темы) дисциплины	Формируемые компетенции (коды)	
	ПК-2	ПК-5
Раздел 1. Основы измерительных систем и методики	+	+
Раздел 2. Классические датчики механических и электрических величин	+	+
Раздел 3. Специализированные и современные датчики для сложных систем	+	+

**3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины**  
**ПК-2 Способен производить комплексную настройку мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления**

Индикаторы достижения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				Средства оценивания результатов обучения	
	неудовлетв	удовлетв	хорошо	отлично	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
<b>ПК-2.1.</b> Выполняет анализ технической документации и функциональных требований к мехатронной или робототехнической системе.	Не может выделить ключевые требования из документации; допускает грубые ошибки в интерпретации назначения системы и её технических характеристик.	Определяет основное назначение системы и формулирует базовые функциональные требования. Понимает общую структуру документации, но может упускать важные детали и условия.	Чётко определяет полный перечень функциональных требований и технических условий. Корректно интерпретирует спецификации на оборудование и ПО, выделяя основные взаимосвязи.	Проводит всесторонний анализ документации, выявляя не только явные, но и потенциальные (косвенные) требования. Критически оценивает полноту и непротиворечивость ТЗ. Предлагает обоснованные уточнения или дополнения к требованиям.	Тестовый контроль	ОФО Экзамен
<b>ПК-2.2.</b> Определяет состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке	Не может составить перечень необходимого оборудования; не понимает назначения основных интерфейсов связи.	Определяет основной состав оборудования для типовой задачи. Называет основные интерфейсы связи, но затрудняется в деталях их конфигурации. Формулирует общие требования к настройке.	Корректно подбирает комплект оборудования (контроллеры, приводы, датчики, ЭВМ) под заданные требования. Чётко определяет типы и роли необходимых интерфейсов связи. Формулирует конкретные требования к параметрам программно-аппаратной настройки.	Оптимально подбирает оборудование с учетом критериев производительности, надёжности и совместимости. Детально прорабатывает схему взаимодействия всех компонентов, включая резервирование и диагностику. Формулирует комплексные требования к настройке, включая эталонные параметры для запуска и тестирования.		

<p><b>ПК-2.3.</b> Выполняет подключение контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы</p>	<p>Не может выполнить физическое подключение оборудования по инструкции; допускает критические ошибки в настройке связи, приводящие к неработоспособности системы.</p>	<p>Выполняет базовое подключение основных компонентов под руководством. Осуществляет простейшую настройку коммуникационных параметров (например, IP-адреса) с occasional ошибками. Следует пошаговой инструкции для конфигурации.</p>	<p>Самостоятельно выполняет правильное физическое и коммуникационное подключение всех компонентов системы. Уверенно настраивает каналы связи, диагностирует и устраняет типовые ошибки соединения. Выполняет базовую конфигурацию системы для выполнения целевой функции.</p>	<p>Безупречно выполняет монтаж и коммутацию, обеспечивая надёжность и безопасность соединений. Оптимизирует параметры сети передачи данных (циклы, приоритеты). Выполняет комплексную конфигурацию и отладку системы, включая настройку ПИД-регуляторов, создание пользовательских интерфейсов (HMI) и написание скриптов автоматизации. Способен восстановить работоспособность системы после сбоя.</p>		
--	--	---	---	--	--	--

<p align="center"><b>ПК-5 Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам, а также вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов, обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</b></p>						
<p><b>ПК 5.1.</b> Проводит эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам с дальнейшей обработкой и интерпретацией полученных данных.</p>	<p>Не может провести эксперимент, не понимает методики</p>	<p>Проводит эксперимент помощью, обрабатывает данные с ошибками</p>	<p>Проводит эксперимент самостоятельно, но интерпретация данных поверхностна</p>	<p>Полно и точно проводит эксперимент, глубоко анализирует и интерпретирует данные</p>	<p>Текущий тестовый контроль</p>	<p>ОФО Экзамен</p>

<p><b>ПК 5.2.</b> Проводит вычислительные эксперименты для исследования математических моделей элементов мехатронных и робототехнических систем с использованием специальных программных средств.</p>	<p>Не владеет программными средствами, не может провести вычислительный эксперимент</p>	<p>Проводит эксперимент по инструкции, анализирует результаты</p>	<p>Проводит эксперимент верно, но анализ результатов ограничен</p>	<p>Проводит эксперимент с настройкой параметров, анализирует и обобщает результаты</p>		
<p><b>ПК 5.3.</b> Составляет отчеты (разделы отчетов), элементы конструкторской документации по теме или по результатам проведенных экспериментов, наблюдений, измерений.</p>	<p>Не структурирует данные, не оформляет отчет</p>	<p>Оформляет отчет с помощью, содержит существенные недочеты</p>	<p>Оформляет отчет самостоятельно, но с незначительными ошибками в структуре или содержании</p>	<p>Составляет полный, структурированный, грамотно оформленный отчет с выводами и рекомендациями</p>		

#### **4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине**

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ

АКАДЕМИЯ

#### **Кафедра «Мехатронные и робототехнические системы»**

#### **Перечень вопросов для экзамена**

1. Дать определение понятию «измерение» и описать основные этапы этого процесса.
2. Объяснить разницу между систематической и случайной погрешностью, привести примеры их источников.
3. Перечислить и охарактеризовать основные статические характеристики датчика (чувствительность, нелинейность, гистерезис).
4. Описать обобщенную структурную схему типовой электронной измерительной системы, указав функции каждого блока.
5. Раскрыть суть принципа гальванической развязки в измерительных цепях, назвать способы ее реализации.
6. Объяснить различия между аналоговыми и цифровыми интерфейсами датчиков, привести примеры каждого типа.
7. Дать определение понятию «интеллектуальный датчик» (smart sensor) и перечислить его ключевые отличия от традиционного.
8. Обосновать необходимость калибровки датчиков и описать типовую процедуру ее проведения.
9. Сравнить методы непосредственной оценки и сравнения при проведении измерений.
10. Объяснить назначение и принцип работы мостовой измерительной схемы (Уитстона).
11. Классифицировать датчики по виду входной физической величины и по принципу действия.
12. Объяснить принцип работы и сравнительные преимущества термопары, термосопротивления (RTD) и термистора.
13. Раскрыть физический принцип работы тензометрического датчика, описать конструкцию и схему включения.
14. Сравнить потенциометрические, индуктивные и емкостные датчики линейного перемещения по принципу действия и точности.
15. Объяснить устройство и принцип работы оптического инкрементального энкодера.
16. Описать физическую основу эффекта Холла и его применение в датчиках положения и тока.
17. Раскрыть принцип действия пьезоэлектрического датчика, указать его основные области применения.
18. Объяснить устройство и принцип работы емкостного микрометрического датчика перемещения.
19. Сравнить ультразвуковой и лазерный (триангуляционный или ToF) методы бесконтактного измерения расстояния.
20. Описать конструкцию и принцип действия реостатного датчика угла поворота.
21. Объяснить устройство и принцип работы MEMS-акселерометра на примере емкостного принципа.
22. Раскрыть принцип действия вибрационного гироскопа, используемого в MEMS-технологиях.

23. Описать принцип работы магниторезистивного датчика и его применение в системах навигации.
24. Объяснить принцип действия электрохимического газового сенсора, указать его достоинства и недостатки.
25. Дать определение тактильному сенсору, перечислить физические принципы, на которых он может быть построен.
26. Объяснить принцип работы интегрированного датчика температуры на p-n переходе.
27. Описать конструкцию и принцип действия датчика тока на основе эффекта Холла с магнитным концентратором.
28. Раскрыть принцип работы индуктивного датчика приближения (бесконтактного выключателя).
29. Объяснить принцип фазового и времяпролетного (ToF) метода измерения расстояния в лазерных дальномерах.
30. Описать принцип действия и основные типы фотоприемников, используемых в оптических датчиках.
  
31. Объяснить назначение и принцип работы инструментального усилителя в цепях с датчиком.
32. Перечислить основные этапы преобразования аналогового сигнала в цифровой (АЦП) в измерительном канале.
33. Объяснить назначение фильтрации сигнала датчика, сравнить аналоговую и цифровую фильтрацию.
34. Описать принцип линеаризации характеристики датчика с использованием аппаратных и программных методов.
35. Раскрыть структуру и принцип обмена данными по цифровому последовательному интерфейсу I2C.
36. Сравнить интерфейсы SPI и I2C по ключевым параметрам: количество линий, скорость, режим работы.
37. Объяснить назначение и формат токового сигнала 4-20 мА в промышленных системах автоматизации.
38. Описать принцип работы АЦП последовательного приближения (SAR) и его основные характеристики.
39. Объяснить понятие «компенсация температуры» в измерительных схемах и основные методы ее реализации.
40. Раскрыть принцип цифровой компенсации погрешностей в микропроцессорных измерительных системах.
  
41. Проанализировать роль и место различных датчиков (энкодеры, IMU, дальномеры) в системе навигации мобильного робота.
42. Обосновать выбор типа датчика для системы контроля уровня жидкости в резервуаре в зависимости от свойств жидкости.
43. Сравнить использование тензометрических датчиков и датчиков давления для измерения силы.
44. Описать структуру сенсорной системы современного автомобиля (системы ABS, ESP, парковочные системы).
45. Объяснить принцип построения и функционирования инклинометра на основе MEMS-акселерометр

# Образец экзаменационного билета для промежуточной аттестации

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра «Мехатронные и робототехнические системы»

20\_\_ - 20\_\_ учебный год

## Экзаменационный билет № 1

по дисциплине «Датчики и основы измерений»

для обучающихся направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
профиль «Электротехнические комплексы мехатронных и робототехнических систем»

1. Объяснить различия между аналоговыми и цифровыми интерфейсами датчиков, привести примеры каждого типа.
2. Перечислить основные этапы преобразования аналогового сигнала в цифровой (АЦП) в измерительном канале.
3. Раскрыть принцип цифровой компенсации погрешностей в микропроцессорных измерительных системах.

Зав. Кафедрой

# СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра «Мехатронные и робототехнические системы»

## Критерии оценки ответа обучающегося на экзамене

1. Вопрос (Вопросы) для проверки уровня обученности ЗНАТЬ
2. Вопрос (Вопросы) для проверки уровня обученности УМЕТЬ
3. Вопрос (задача/задание) для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ

### Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если ответы на поставленные вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ, УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания в области основ проектирования машин и аппаратов пищевых производств.
- оценка «хорошо» ставится обучающемуся, если ответы на поставленные вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ, УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.
- оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся, если допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами;
- оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, если материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
Кафедра «Мехатронные и робототехнические системы»

Задания для текущего тестового контроля

**Часть 1: Закрытые тестовые задания (30 шт.)**

**1. Основной причиной гистерезиса в характеристике датчика является ПК-2**

- а) Внешние электромагнитные помехи
- б) Внутреннее трение и остаточная деформация в материалах
- в) Нестабильность напряжения питания
- г) Квантование сигнала АЦП

**2. Чувствительность датчика определяется как ПК-2**

- а) Минимальное изменение входной величины, которое он может обнаружить
- б) Отношение изменения выходного сигнала к вызвавшему его изменению входной величины
- в) Разность между показаниями датчика при прямом и обратном ходе входной величины
- г) Максимальная погрешность датчика в рабочем диапазоне

**3. Для термопары тип К (хромель-алюмель) обязательным условием работы является ПК-2**

- а) Подключение через мостовую схему
- б) Наличие внешнего источника тока возбуждения
- в) Компенсация температуры свободных концов (спая)
- г) Использование только в вакууме

**4. Основным преимуществом платинового термосопротивления (Pt100) перед термистором является ПК-2**

- а) Высокая чувствительность
- б) Широкий диапазон измеряемых температур
- в) Высокая стабильность и линейность характеристики
- г) Низкая стоимость

**5. Принцип работы тензорезистора основан на изменении ПК-2**

- а) Емкости при деформации
- б) Собственной индуктивности при деформации
- в) Удельного сопротивления материала при деформации
- г) Эффекта Холла при механическом напряжении

**6. Для измерения очень малых перемещений (единицы микрометров) с высокой точностью наиболее подходит датчик ПК-2**

- а) Потенциометрический
- б) Индуктивный
- в) Емкостной
- г) Ультразвуковой

**7. Датчик, принцип работы которого основан на изменении индуктивности катушки при внесении в ее поле ферромагнитного сердечника, называется ПК-2**

- а) Емкостным
- б) Резистивным
- в) Индуктивным
- г) Пьезоэлектрическим

**8. Для определения абсолютного угла поворота вала без необходимости подсчета импульсов при включении питания используется ПК-2**

- а) Инкрементальный энкодер
- б) Абсолютный энкодер
- в) Резистивный датчик угла
- г) Резольвер

**9. Физической основой эффекта Холла является ПК-2**

- а) Изменение сопротивления проводника в магнитном поле
- б) Возникновение поперечной разности потенциалов в проводнике с током, помещенном в магнитное поле
- в) Генерация ЭДС при деформации кристалла
- г) Изменение емкости под действием магнитного поля

**10. Основным преимуществом токовой петли 4-20 мА как интерфейса передачи данных является ПК-5**

- а) Высокая скорость передачи
- б) Устойчивость к электромагнитным помехам и возможность детектировать обрыв линии
- в) Простота программирования
- г) Низкое энергопотребление

**11. Времяпролетный (ToF) метод в лазерных дальномерах основан на измерении**

- а) Интенсивности отраженного луча
- б) Смещения пятна на ПЗС-матрице
- в) Времени задержки между отправленным и отраженным импульсом
- г) Фазового сдвига модулированного излучения

**12. Типичная конструкция MEMS-акселерометра использует для измерения ускорения принцип ПК-2**

- а) Пьезоэлектрический
- б) Изменения сопротивления
- в) Изменения емкости между подвижной и неподвижной пластинами
- г) Эффекта Холла

**13. Дрейф нуля является характерным и наиболее значимым недостатком для датчиков типа ПК-5**

- а) Термопара
- б) MEMS-гироскоп
- в) Оптический энкодер
- г) Емкостной датчик влажности

**14. Для измерения больших постоянных токов (сотни Ампер) с обеспечением гальванической развязки оптимально подходит датчик на основе ПК-2**

- а) Прецизионного шунта
- б) Трансформатора тока
- в) Эффекта Холла с разомкнутым магнитопроводом
- г) Резистивного делителя

**15. Для цифрового интерфейса I2C характерно ПК-5**

- а) Наличие отдельной линии тактового сигнала (SCL) и линии данных (SDA)
- б) Полнодуплексная передача по двум линиям данных
- в) Использование только двух линий: для передачи и приема данных
- г) Высокая скорость, достигающая десятков МГц

**16. Пьезоэлектрический датчик НЕ подходит для измерения ПК-5**

- а) Постоянного статического давления
- б) Вибрации
- в) Ударного воздействия
- г) Быстро меняющегося давления

**17. Калибровка датчика – это процедура, направленная на ПК-2**

- а) Установление соответствия между значениями выходного сигнала датчика и известными значениями измеряемой величины
- б) Настройку его механических компонентов
- в) Увеличение его быстродействия
- г) Защиту от внешних помех

**18. Оптический энкодер определяет скорость вращения вала путем ПК-5**

- а) Измерения амплитуды отраженного светового сигнала
- б) Подсчета количества импульсов за единицу времени
- в) Анализа частоты резонанса тензометрического элемента
- г) Измерения индуктивности вращающейся катушки

**19. Сигма-дельта АЦП обладает преимуществом перед АЦП последовательного приближения в измерениях, где критически важна ПК-5**

- а) Высокая скорость преобразования
- б) Высокая разрешающая способность и подавление низкочастотных помех
- в) Низкое энергопотребление
- г) Простота схемотехнической реализации

**20. Бесконтактный датчик положения, работающий на принципе изменения добротности колебательного контура при приближении металлического объекта, – это датчик ПК-5**

- а) Емкостный
- б) Индуктивный
- в) Ультразвуковой
- г) Оптический

**21. Принцип работы емкостного датчика влажности основан на изменении ПК-5**

- а) Сопротивления гигроскопического материала
- б) Диэлектрической проницаемости материала между обкладками конденсатора
- в) Резонансной частоты пьезоэлемента
- г) Термо-ЭДС

**22. Основным элементом электрохимического газового сенсора является ПК-2**

- а) Нагревательный элемент
- б) Электролитическая ячейка
- в) Пьезоэлектрический резонатор
- г) Фотодиод

**23. Для линеаризации нелинейной характеристики датчика с помощью микропроцессора применяется ПК-5**

- а) Аппаратный усилитель с логарифмической характеристикой
- б) Программная аппроксимация по калибровочной таблице или полиному
- в) Включение датчика в мостовую схему
- г) Увеличение напряжения питания

**24. Термин «активный датчик» означает, что он ПК-2**

- а) Требуется внешнего источника энергии для своей работы
- б) Генерирует выходной сигнал за счет энергии измеряемой среды
- в) Имеет цифровой выход
- г) Обладает высоким быстродействием

**25. Датчик, используемый в системе курсовой устойчивости (ESP) автомобиля для определения угловой скорости вокруг вертикальной оси, – это ПК-5**

- а) Акселерометр
- б) Гироскоп
- в) Датчик Холла
- г) Магнитометр

**26. Для компенсации температурной погрешности тензометрического моста применяют метод ПК-5**

- а) Установки в соседнее плечо моста «холостого» тензорезистора, находящегося при той же температуре, но не подверженного деформации
- б) Увеличения напряжения возбуждения моста
- в) Охлаждения датчика
- г) Цифровой фильтрации сигнала

**27. Главная функция инструментального усилителя в цепи с датчиком**

- а) Генерация тактовой частоты для АЦП
- б) Усиление слабого дифференциального сигнала на фоне сильного синфазного напряжения
- в) Преобразование напряжения в ток
- г) Стабилизация напряжения питания датчика

**28. В абсолютном энкодере для получения 12-битного разрешения (4096 позиций на оборот) используется ПК-5**

- а) 1 дорожка с 4096 метками
- б) 12 концентрических дорожек
- в) 2 дорожки, сдвинутые на 90 градусов
- г) Комбинация магнитных меток

**29. Принцип действия магниторезистивного датчика основан на изменении ПК-5**

- а) Емкости в магнитном поле
- б) Сопротивления ферромагнетика при изменении направления намагниченности
- в) Эффекта Холла
- г) Индуктивности катушки

- 30. Оптический датчик, используемый для обнаружения мелких объектов на конвейере или подсчета оборотов, часто реализуется на основе пары ПК-5**
- а) Фотодиод и светодиод
  - б) Термопара и усилитель
  - в) Пьезоэлемент и резонатор
  - г) Катушка индуктивности и конденсатор
- 31. Перечислите три основные статические характеристики датчика. ПК-2**
- 32. Приведите основную формулу для расчета чувствительности  $S$  датчика. ПК-2**
- 33. Назовите два обязательных конструктивных элемента оптического инкрементального энкодера. ПК-5**
- 34. Назовите два типа погрешностей, которые можно выявить при снятии статической характеристики датчика. ПК-5**
- 35. Назовите два основных метода бесконтактного измерения расстояния, используемых в датчиках. ПК-5**
- 36. Назовите два ключевых отличия интерфейса SPI от интерфейса I2C. ПК-5**
- 37. Назовите физический принцип, лежащий в основе работы термистора. ПК-2**
- 38. Назовите два преимущества цифрового датчика температуры перед аналоговой термопарой. ПК-5**
- 39. Объясните, почему для измерения малых изменений сопротивления тензодатчика используется мостовая схема, а не простой делитель напряжения. ПК-2**
- 40. Назовите три типа датчиков, которые могут входить в состав инерциального измерительного модуля (IMU). ПК-5**

#### **Критерии оценки тестового контроля**

по дисциплине «Датчики и основы измерений»

Оценка «отлично», если правильные ответы составляют 100 - 85%

Оценка «хорошо», если правильные ответы составляют 84 – 70 %

Оценка «удовлетворительно», если правильные ответы составляют 69 – 50 %

Оценка «неудовлетворительно», если правильные ответы составляют 49 % и менее.

## 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции

№ п.п.	Оценочное средство	Процедура оценивания (методические рекомендации)
1.	Тестовые задания	являются простейшей форма контроля, направленная на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10–30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем
2.	Зачет	служит формой проверки качества усвоения обучающимися учебного материала

Данные формы контроля осуществляются с привлечением разнообразных технических средств. Технические средства контроля могут содержать: программы компьютерного тестирования, учебные задачи, комплексные ситуационные задания.

В понятие технических средств контроля может входить оборудование, используемое обучающимся при практических работах и иных видах работ, требующих практического применения знаний и навыков в учебно-производственной ситуации, овладения техникой эксперимента.

Однако контроль с применением технических средств имеет ряд недостатков, т.к. не позволяет отследить индивидуальные способности и креативный потенциал обучающегося. В этом он уступает письменному и устному контролю. Как показывает опыт некоторых вузов - технические средства контроля должны сопровождаться устной беседой с преподавателем.

Информационные системы и технологии (ИС) оценивания качества учебных достижений обучающихся являются важным сегментом информационных образовательных систем, которые получают все большее распространение в вузах при совершенствовании (информатизации) образовательных технологий. Программный инструментальный (оболочка) таких систем в режиме оценивания и контроля обычно включает: электронные обучающие тесты, электронные аттестующие тесты, электронный практикум и др.

Электронные обучающие и аттестующие тесты являются эффективным средством контроля результатов образования на уровне знаний и понимания.

Режим обучающего, так называемого репетиционного, тестирования служит, прежде всего, для изучения материалов дисциплины и подготовке обучающегося к аттестующему тестированию, он позволяет обучающемуся лучше оценить уровень своих знаний и определить, какие вопросы нуждаются в дополнительной проработке. В обучающем режиме особое внимание должно быть уделено формированию диалога пользователя с системой, путем задания вариантов реакции системы на различные действия обучающегося при прохождении теста. В результате обеспечивается высокая степень интерактивности электронных учебных материалов, при которой система предоставляет обучающемуся возможности активного взаимодействия с модулем, реализуя обучающий диалог с целью выработки у него наиболее полного и адекватного знания сущности изучаемого материала

Аттестующее тестирование знаний обучающихся предназначено для контроля уровня знаний и позволяет автоматизировать процесс текущего контроля успеваемости, а также промежуточной аттестации.

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина	Датчики и основы измерений
Реализуемые компетенции	<b>ПК-2, ПК-5</b>
Индикаторы достижения компетенций	<p><b>ПК-2.1.</b> Выполняет анализ технической документации и функциональных требований к мехатронной или робототехнической системе.</p> <p><b>ПК-2.2.</b> Определяет состав оборудования, интерфейсы взаимодействия и требования к программно-аппаратной настройке</p> <p><b>ПК-2.3.</b> Выполняет подключение контроллеров и управляющих ЭВМ, настройку каналов связи и конфигурацию системы</p> <p><b>ПК 5.1.</b> Проводит эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам с дальнейшей обработкой и интерпретацией полученных данных</p> <p><b>ПК 5.2.</b> Проводит вычислительные эксперименты для исследования математических моделей элементов мехатронных и робототехнических систем с использованием специальных программных средств</p> <p><b>ПК 5.3.</b> Составляет отчеты (разделы отчетов), элементы конструкторской документации по теме или по результатам проведенных экспериментов, наблюдений, измерений</p>
Трудоемкость, з.е.	<b>180/5</b>
Формы отчетности (в т.ч. по семестрам)	Экзамен в 4 семестре ОФО