

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Датчики и основы измерений

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Автоматизация и роботизация
технологических процессов

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 610876

Подписал: заведующий кафедрой Григорьев Павел
Александрович

Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями дисциплины (модуля) является:

- формирование знаний о принципах работы, характеристиках и методах применения датчиков в мехатронных и робототехнических системах;
- развитие навыков комплексной настройки, интеграции и диагностики датчиков в составе робототехнических систем с использованием программного обеспечения контроллеров и управляющих ЭВМ.

Задачами дисциплины (модуля) является:

- изучение основных типов датчиков, их физических принципов работы, метрологических характеристик и областей применения;
- освоение методик обработки и интерпретации сигналов датчиков, включая фильтрацию, калибровку и преобразование данных в цифровую форму;
- приобретение практических навыков подключения, настройки и тестирования датчиков в составе мехатронных систем;
- формирование умения анализировать погрешности измерений, устранять неисправности в измерительных цепях и интегрировать датчики с управляющим ПО.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-3 - Способен применять базовые цифровые и информационные технологии, включая методы искусственного интеллекта и машинного обучения, для сбора, обработки, хранения, передачи и анализа данных, прогнозирования, оптимизации и автоматизации процессов в профессиональной деятельности;

ПК-4 - Способен организовывать и контролировать процессы производства, наладки, испытаний и ввода в эксплуатацию автоматизированных и роботизированных технологических комплексов, их узлов и агрегатов.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- основные типы датчиков и их физические принципы работы;
- метрологические характеристики датчиков;

- методы обработки сигналов;
- основы метрологии: виды погрешностей, способы их минимизации, стандарты измерений;
- принципы интеграции датчиков в мехатронные системы: требования к совместимости, управляющее ПО.

Уметь:

- выбирать датчики под конкретные задачи робототехники, учитывая условия эксплуатации и технические требования;
- подключать и настраивать датчики с использованием аналоговых/цифровых интерфейсов;
- анализировать погрешности измерений и устранять неисправности в измерительных цепях;
- интегрировать датчики в робототехнические системы через программные платформы;
- применять датчики в реальных проектах.

Владеть:

- навыками работы с ПО для настройки контроллеров;
- методами калибровки датчиков с использованием эталонных источников сигналов;
- практикой сборки и отладки измерительных подсистем: от датчика до управляющего алгоритма;
- опытом работы с промышленными стандартами:.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 44 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Введение в измерительные системы Рассматриваемые вопросы: - основные понятия метрологии: измерения, точность, погрешности; - классификация датчиков: активные/пассивные, аналоговые/цифровые, контактные/бесконтактные; - роль датчиков в автоматизированных системах и робототехнике.
2	Основы метрологии и обработки сигналов Рассматриваемые вопросы: - погрешности измерений: систематические, случайные, методические; - статические и динамические характеристики датчиков (чувствительность, линейность, гистерезис); - аналоговая и цифровая обработка сигналов (фильтрация, усиление, АЦП/ЦАП).
3	Датчики температуры Рассматриваемые вопросы: - принципы работы: термопары, терморезисторы (NTC, PTC), полупроводниковые датчики; - калибровка и компенсация погрешностей; - применение в промышленности и робототехнике (тепловые режимы двигателей, экзоскелеты).
4	Датчики давления и силы Рассматриваемые вопросы: - типы датчиков давления: пьезоэлектрические, тензометрические, емкостные; - датчики силы и нагрузки: тензодатчики, пьезорезистивные элементы; - использование в роботизированных захватах и промышленных системах.
5	Датчики положения и перемещения Рассматриваемые вопросы: - потенциометры, индуктивные и емкостные датчики; - оптические энкодеры (инкрементальные и абсолютные); - применение в сервоприводах и CNC-станках.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
6	Бесконтактные датчики положения Рассматриваемые вопросы: - магнитные датчики (эффект Холла, магниторезистивные); - ультразвуковые и емкостные датчики; - использование в автономных роботах и системах безопасности.
7	Инерциальные датчики Рассматриваемые вопросы: - акселерометры: принцип работы, MEMS-технологии; - гироскопы: механические, оптические, MEMS; - применение в навигации дронов и стабилизации платформ.
8	Оптические и лазерные датчики Рассматриваемые вопросы: - фоторезисторы, фотодиоды, ИК-датчики; - лидары и времяпролетные (ToF) датчики; - роль в компьютерном зрении и автономных транспортных средствах.
9	Датчики приближения и расстояния Рассматриваемые вопросы: - индуктивные, емкостные, ультразвуковые датчики; - лазерные дальнометры (триангуляционные, фазовые); - применение в робототехнике (избегание препятствий, позиционирование).
10	Датчики тока и напряжения Рассматриваемые вопросы: - шунты, трансформаторы тока, датчики на эффекте Холла; - гальваническая развязка в измерительных цепях; - мониторинг энергопотребления в мехатронных системах.
11	Химические и газовые датчики Рассматриваемые вопросы: - электрохимические, полупроводниковые, оптические газоанализаторы; - датчики влажности (емкостные, резистивные); - использование в экологическом мониторинге и "умных" теплицах.
12	Тактильные и гибкие датчики Рассматриваемые вопросы: - резистивные и емкостные сенсоры давления; - растяжимые датчики для мягкой робототехники; - применение в протезировании и человеко-машинном интерфейсе.
13	Калибровка и тестирование датчиков Рассматриваемые вопросы: - методы калибровки: статические и динамические; - эталонные источники сигналов (температура, давление, сила); - автоматизированные системы поверки (на примере LabVIEW)
14	Интерфейсы датчиков Рассматриваемые вопросы: - аналоговые интерфейсы (0–10 В, 4–20 мА); - цифровые протоколы: I2C, SPI, UART, CAN, IO-Link; - беспроводные технологии (Bluetooth, Zigbee, LoRa).
15	Сенсорные системы в робототехнике Рассматриваемые вопросы: - архитектура сенсорных сетей (централизованные vs распределенные); - сенсорная интеграция в ROS (Robot Operating System); - примеры: датчики промышленных роботов, автономных машин.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
16	Тренды и перспективы Рассматриваемые вопросы: - нейросенсорика и биоинспирированные датчики; - "умная пыль" (Smart Dust) и IoT-сенсоры; - кейсы применения в Industry 4.0 и медицинской робототехнике.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Основы работы с аналоговыми и цифровыми датчиками Цель: Изучение различий аналоговых и цифровых интерфейсов датчиков. Описание: Подключение аналогового (LM35, потенциометр) и цифрового (DHT22) датчиков к Arduino, сравнение точности и скорости передачи данных. Продуктовый результат: Графики зависимости показаний от времени для обоих типов датч
2	Датчики температуры и влажности Цель: Освоение методов измерения температуры/влажности. Описание: Использование DHT22 (Arduino) и BME280 (ESP32) с передачей данных в Serial-монитор/ThingSpeak, калибровка датчика путем сравнения с эталонным термометром. Продуктовый результат: Таблица с погрешностями и графики суточных колебаний.
3	Датчики давления и высоты Цель: Измерение атмосферного давления и расчет высоты. Описание: Подключение BMP280 (Raspberry Pi) и MPL3115A2 (ESP32), сравнение данных с метеостанции. Продуктовый результат: График зависимости давления от высоты (для дронов)
4	Оптические датчики (освещенность, ИК) Цель: Работа с фоторезисторами и ИК-датчиками. Описание: Сборка системы автоматического освещения на LDR (Arduino), детекция препятствий с помощью TCRT5000 (робототехника). Продуктовый результат: Пороговые значения срабатывания в люксах.
5	Датчики тока и напряжения Цель: Мониторинг энергопотребления. Описание: Измерение тока двигателя через ACS712 (Arduino), визуализация данных в Grafana (Raspberry Pi). Продуктовый результат: График нагрузки при разной скорости вращения.
6	Инерциальные датчики (акселерометр, гироскоп) Цель: Ориентация в пространстве. Описание: Подключение MPU6050 (ESP32) для стабилизации квадрокоптера, фильтрация шумов (комплементарный фильтр). Продуктовый результат: Графики углов наклона по 3 осям.
7	Ультразвуковые датчики расстояния Цель: Измерение дистанции до объектов. Описание: Создание парковочного радара на HC-SR04 (Arduino), интеграция с ROS для мобильного робота (Raspberry Pi). Продуктовый результат: Таблица точности на разных расстояниях.
8	Магнитные датчики (эффект Холла) Цель: Детекция положения и скорости.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	Описание: Подсчет оборотов колеса с помощью A3144 (Arduino), калибровка датчика для энкодера. Продуктовый результат: График RPM (оборотов в минуту)
9	Газовые датчики (CO?, летучие соединения) Цель: Мониторинг качества воздуха. Описание: Использование MQ-135 (ESP32) для детекции CO?, передача данных в мобильное приложение (Blynk). Продуктовый результат: Карта загрязнения помещения.
10	Тактильные датчики (FSR, тензодатчики) Цель: Измерение силы нажатия. Описание: Калибровка FSR (Arduino) для роботизированного захвата, создание простого весового модуля. Продуктовый результат: Градуировочная кривая "сила-сопротивление".
11	Емкостные сенсоры Цель: Бесконтактное детектирование. Описание: Реализация touch-кнопки на ESP32, измерение уровня жидкости через емкостной датчик. Продуктовый результат: Пороговые значения срабатывания.
12	Радиолокационные датчики (mmWave, ToF) Цель: Обнаружение движения. Описание: Настройка датчика присутствия RCWL-0516 (Raspberry Pi), сравнение с PIR-датчиком. Продуктовый результат: Диаграмма зоны детекции.
13	Датчики влажности почвы Цель: Автоматизация полива. Описание: Подключение capacitive soil sensor (Arduino) к системе Smart Farming, калибровка для разных типов грунта. Продуктовый результат: Таблица "влажность-сопротивление".
14	Сенсорные сети (Wireless Sensor Networks) Цель: Построение распределенной системы. Описание: Развертывание сети датчиков (ESP32 + LoRa), агрегация данных на сервере (Raspberry Pi). Продуктовый результат: Карта покрытия и RSSI.
15	Калибровка датчиков Цель: Поверка точности. Описание: Сравнение показаний DS18B20 с эталонным термометром, коррекция коэффициентов в прошивке. Продуктовый результат: Отчет с погрешностями до/после калибровки.
16	Интеграция датчиков Цель: Управление роботом через сенсоры. Описание: Подключение лидара RPLIDAR A1 к Raspberry Pi, построение карты помещения в RViz. Продуктовый результат: Видеодемонстрация SLAM.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным работам.
2	Изучение дополнительной литературы.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Музипов, Х. Н. Микроэлектронные датчики и оптические средства контроля : учебное пособие / Х. Н. Музипов, О. Н. Кузяков. — Тюмень : ТИУ, 2013. — 202 с. — ISBN 978-5-9961-0690-5.	URL: https://e.lanbook.com/book/41032 (дата обращения: 06.05.2025). - Текст: электронный.
2	Шалыгин, М. Г. Автоматизация измерений, контроля и испытаний / М. Г. Шалыгин, Я. А. Вавилин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 172 с. — ISBN 978-5-507-47370-0.	URL: https://e.lanbook.com/book/364529 (дата обращения: 06.05.2025).- Текст: электронный.

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Общие информационные, справочные и поисковые «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/>)

«Гарант» (<http://www.garant.ru/>)

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>)

Электронно-библиотечная система издательства (<http://e.lanbook.com/>)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

KiCad, EasyEDA, Electronics Workbench, Python.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сети INTERNET.

2. Программное обеспечение для создания электрических схем.

3. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

4. Специализированная аудитория для выполнения лабораторных работ.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

ассистент кафедры
«Робототехнические и
технологические комплексы на
транспорте»

А.С. Бирюков

Согласовано:

Заведующий кафедрой РИТКНТ
Председатель учебно-методической
комиссии

П.А. Григорьев

Н.А. Андриянова