

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор

Т.А. Хагуров
подпись
« 30 » мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.01.01 РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

Направления подготовки:

11.03.01 Радиотехника, (Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника)

09.03.02 Информационные системы и технологии (Аналитические информационные системы)

Форма обучения очная (заочная)

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Роботизированные системы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлениям подготовки / специальности: 11.03.01 Радиотехника, 11.03.04 Электроника и наноэлектроника и 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Программу составил:
Старший преподаватель

Пузановский К.В.



Рабочая программа дисциплины «Роботизированные системы» утверждена на заседании кафедры Радиофизики и нанотехнологий Физико-технического факультета протокол № 7 «16» апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой
Радиофизики и нанотехнологий
д-р физ.-мат. наук



Строганова Е.В.

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 11 от «21» апреля 2025г.

Председатель УМК физико-технического факультета
д-р физ.-мат. наук, профессор

Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Воеводин Е.М., канд. техн. наук, начальник подразделения надежности и качества АО «КПЗ «Каскад»

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Роботизированные системы» является подготовка обучающихся к решению профессиональных задач промышленной автоматизации и управления через формирование у них компетенций в области проектирования, моделирования и практической реализации автономных технических систем на базе программируемых микроконтроллеров.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи изучения дисциплины охватывают теоретический, познавательный и практический компоненты подготовки будущего специалиста. Основными задачами курса являются:

1. формирование у студентов понимание общих принципов построения и функционирования робототехнических систем;
2. изучение математической модели кинематики и управления колесным роботом;
3. анализ результатов моделирования и натурных экспериментов, оценка эффективности и устойчивости системы;
4. Освоить технологии программирования колесных мобильных роботов, включая решение задач подбора коэффициентов ПИД-регулятора.
5. Сформировать опыт отладки, тестирования и ввода в эксплуатацию реальных робототехнических комплексов.

Реализация этих задач позволит студентам овладеть необходимым комплексом знаний и умений для успешной профессиональной деятельности в области промышленной робототехники и автоматизации.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Роботизированные системы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, модуля учебного плана по выбору Б1.В.ДВ.01.01 «Робототехнические системы и комплексы». В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе по очной и на 3 курсе по заочной форме обучения в 5 семестре. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Изучение дисциплины базируется на таких курсах как: Б1.О.14.01 Алгоритмизация и программирование, Б1.О.14.02 Инженерная и компьютерная графика, Б1.О.12.01 Математический анализ и Б1.О.14.04 Системы автоматизированного проектирования

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ПК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения профессиональных задач	
ПК-1.1. Способен осуществлять поиск и первичный отбор профессиональной информации	Знает: основные источники профессиональной информации, методы поиска и критерии оценки достоверности информации. Умеет: находить и отбирать необходимую информацию для решения стандартных профессиональных задач.

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
	Владеет: навыками работы с библиографическими системами, поисковыми машинами и профессиональными базами данных.
ПК-1.2. Способен к анализу, синтезу и систематизации информации для решения профессиональных задач	Знает: принципы критического анализа, методы синтеза информации и основы системного мышления. Умеет: анализировать и обобщать полученную информацию, выявлять причинно-следственные связи, представлять информацию в структурированном виде (таблицы, схемы, графики). Владеет: навыками сравнительного анализа, интерпретации данных и подготовки аналитических записок/обзоров.
ПК-2: Способен участвовать в разработке проектов, проектировании изделий, процессов или систем в соответствии с техническим заданием и с учетом нормативных требований	
ПК-2.1. Способен участвовать в планировании и подготовке этапов проекта в соответствии с техническим заданием	Знает: основные этапы жизненного цикла проекта/изделия, принципы работы в рамках технического задания. Умеет: читать и анализировать техническую документацию, формулировать цели и задачи отдельных этапов проекта. Владеет: навыками декомпозиции задач и планирования этапов проектной работы.
ПК-2.3. Способен учитывать нормативные требования и оформлять проектную документацию	Знает: нормативные документы, стандарты, технические регламенты, требования безопасности, применяемые в профессиональной области. Умеет: применять нормативные требования в процессе проектирования, проводить проверку проекта на соответствие стандартам. Владеет: навыками оформления проектной и конструкторской документации согласно установленным требованиям.
ПК-3: Способен к эффективной коммуникации в профессиональной среде, работе в команде и управлению проектами	
ПК-3.1. Способен к эффективной устной и письменной коммуникации в профессиональной среде	Знает: принципы деловой и профессиональной коммуникации, основы межличностного взаимодействия, стили общения. Умеет: строить эффективное устное и письменное общение (доклады, презентации, отчеты), аргументировано представлять результаты работы. Владеет: навыками публичных выступлений, ведения дискуссий и деловой переписки.
ПК-3.2. Способен к работе в команде для достижения общих целей	Знает: теорию командной динамики, роли в команде, методы коллективного принятия решений. Умеет: определять свою роль в команде, координировать свои действия с другими участниками, конструктивно взаимодействовать для выполнения задач. Владеет: технологиями командной работы (например, мозговой штурм), навыками фасилитации и разрешения конфликтных ситуаций.
ПК-3.3. Способен участвовать в управлении проектами на различных этапах	Знает: основы управления проектами (например, основы Agile, Waterfall), методы планирования, контроля и оценки результатов. Умеет: участвовать в планировании проектных мероприятий, распределении ресурсов, контролировать выполнение задач и сроки. Владеет: навыками использования базовых инструментов управления проектами (например, Trello, Asana, Gantt-диаграммы).

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения	
		очная	заочная
		5 семестр (144 ч)	3 курс (144 ч)
Контактная работа, в том числе:	79,2	79,2	79,2
Аудиторные занятия (всего):	79,2	79,2	79,2
занятия лекционного типа	16	16	16
лабораторные занятия	30	30	30
практические занятия	30	30	30
Иная контактная работа:	3,2	3,2	3,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)	3	3	3
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:	64,8	64,8	64,8
Самостоятельное изучение разделов	64,8	64,8	64,8
Общая трудоемкость	144 час.	144 час.	144 час.
	в том числе контактная работа	79,2	79,2
	зач. ед	4	4

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре ОФО и ЗФО

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		
			Л	ПЗ	Внеаудиторная работа
1.	Программирование микроконтроллеров и плат Arduino		8	18	16
2.	Принципы построения и функционирования робототехнических систем		2	4	
3.	Математическая модель кинематики и управления колесным роботом		2	4	
4.	Программирование колесного мобильного робота.		4		10
5.	Подбор коэффициентов ПИД-регулятора			4	
6.	Сравнение и анализ полученных результатов в виде соревновательной части «Следование по линии»				4
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		16	30	30
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	3			
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2			
	Подготовка к текущему контролю				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144			

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Тема 1: Программирование микроконтроллеров и плат Arduino	Введение в микроконтроллеры. Что такое микроконтроллер (МК)? Отличие от микропроцессора (CPU). Архитектура МК: ядро (AVR, ARM), память (Flash, SRAM, EEPROM), периферия (таймеры, АЦП, УАПЧ, I2C, SPI). Области применения микроконтроллеров в робототехнике. Платформа Arduino: аппаратная часть. История и философия Arduino. Преимущества для образования и быстрого прототипирования. Обзор популярных плат (Uno, Nano, Mega): основные характеристики. Анатомия платы Arduino: питание, цифровые и аналоговые пины, порты для связи (UART). Подключение периферии: датчики (цифровые, аналоговые), сервоприводы, драйверы моторов. Среда разработки и основы программирования (Arduino IDE / C++). Структура программы: setup() и loop(). Основные функции: pinMode(), digitalWrite(), digitalRead(), analogRead(), analogWrite() (ШИМ). Работа с последовательным портом (Serial) для отладки. Использование библиотек для подключения стандартных устройств (например, Servo.h, Wire.h). Практические аспекты и отладка. Основы схемотехники: резисторы, транзисторы, сборка простых схем на макетной плате. Типовые проблемы и их решение: "дребезг контактов", помехи по питанию, недостаток тока. Методология отладки: использование Serial Monitor, контрольные точки.	Т
2.	Тема 2: Принципы построения и функционирования робототехнических систем	Определение и классификация робототехнических систем (РТС). Что такое робот? Ключевые свойства: восприятие, планирование, исполнение. Классификация по среде перемещения (наземные, летательные, подводные), по назначению (промышленные, сервисные, исследовательские), по типу управления (автономные, управляемые). Функциональная схема (архитектура) робота. Разложение на подсистемы: Сенсорная подсистема: датчики расстояния (ультразвуковые, инфракрасные, лидары), датчики положения (энкодеры, IMU), камеры (компьютерное зрение). Исполнительная подсистема: двигатели (постоянного тока, сервоприводы, шаговые), виды приводов (электрические, пневматические, гидравлические). Система управления: микроконтроллеры, одноплатные компьютеры (Raspberry Pi), их роль и распределение задач. Система питания: аккумуляторы, их типы (Li-ion, LiPo) и характеристики. Принцип работы РТС: цикл "Восприятие-Мышление-Действие". Получение данных от сенсоров (Восприятие). Обработка данных, построение модели окружения, принятие решений (Мышление). Формирование управляющих сигналов для исполнительных механизмов (Действие). Понятие обратной связи и замкнутого контура управления. Примеры архитектур: от простых к сложным. Реактивная архитектура (стимул-реакция). Пример: робот, объезжающий препятствия. Архитектура на основе конечных автоматов. Введение в гибридную архитектуру (сочетание реактивного и планирующего поведения).	Т
3.	Тема 3: Математическая модель кинематики и	Введение в кинематику мобильных роботов. Понятие модели робота как твердого тела на плоскости. Системы координат: глобальная (мировая) и локальная (связанная с роботом). Конфигурационное пространство робота:	Т

	управления колесным роботом	координаты (x, y) и угол ориентации (θ). Кинематика дифференциальной платформы (два ведущих колеса). Устройство дифференциального привода. Вывод уравнений кинематики: связь линейной (v) и угловой (ω) скоростей робота со скоростями правого (v_r) и левого (v_l) колес. Интегрирование уравнений кинематики для предсказания траектории (модель одометрии). Понятие Мгновенного Центра Поворота (ICR). Основы управления движением робота. Задача управления: переход от целевой точки (x_d, y_d) к управляющим сигналам для моторов. Введение в законы управления: П-регулятор для управления ориентацией и расстоянием. Линейный закон управления с обратной связью по положению и ориентации. Понятие устойчивости системы управления. Ограничения и погрешности модели. Влияние проскальзывания колес на точность одометрии. Неидеальность исполнительных механизмов (люфты, нелинейности). Необходимость коррекции по данным сенсоров (например, по данным камеры или гироскопа).	
4.	Тема 4: Программирование колесного мобильного робота	Архитектура программного обеспечения робота. Многоуровневая архитектура: драйверы устройств, уровень абстракции, алгоритмический уровень, уровень принятия решений. Организация кода: конечный автомат для управления поведением робота. Использование прерываний для реактивного поведения. Интеграция сенсоров и исполнительных механизмов. Чтение и фильтрация данных с датчиков (например, усреднение для аналоговых датчиков, калибровка). Алгоритмы обработки данных сенсоров: пороговые методы, простые методы компьютерного зрения (поиск линии, отслеживание объекта). Управление моторами через драйвер (например, L298N, TB6612FNG) с использованием ШИМ. Реализация базовых алгоритмов движения. Движение по линии: пропорциональный (P) и пропорционально-интегрально-дифференциальный (PID) регулятор. Объезд препятствий: реактивные алгоритмы (например, "обойди справа"). Движение к заданной точке: использование законов управления из темы 3 на практике. Отладка и тестирование программы. Стратегии отладки: логирование данных, визуализация состояний с помощью светодиодов. Методика поэтапного тестирования: проверка драйверов -> проверка сенсоров -> проверка простых движений -> проверка комплексного поведения. Введение в симуляторы (например, CoppeliaSim (V-REP), Gazebo) как инструмент для отладки алгоритмов без использования реального робота.	T

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Тема 1: Программирование микроконтроллеров и плат Arduino	Семинар: Решение задач по составлению алгоритмов для конкретных сценариев (например, "мигание светодиодом с кнопкой", "плавное изменение яркости"). Разбор типовых ошибок в коде. Лабораторная работа: "Знакомство с Arduino IDE". Сборка схемы на макетной плате: подключение светодиодов, кнопки, потенциометра. Написание и отладка программ для управления ими.	ЛР
2.	Тема 2: Принципы построения и функционирования	Семинар: Анализ кейсов реальных роботов (промышленный манипулятор, марсоход, дрон). Обсуждение их архитектуры, сенсоров и исполнительных	T

	робототехнических систем	механизмов. Работа с технической документацией на компоненты.	
3.	Тема 3: Математическая модель кинематики и управления колесным роботом	Семинар: Решение расчетных задач. Вычисление скоростей колес для движения по заданной траектории. Расчет положения робота на плоскости по показаниям энкодеров (одометрия).	Т
4.	Тема 4: Программирование колесного мобильного робота	Лабораторная работа: "Реализация алгоритма объезда препятствий". Написание программы, использующей данные с ультразвукового/ИК-датчиков для реактивного управления моторами.	ЛР
5.	Тема 5: Подбор коэффициентов ПИД-регулятора	Семинар: Разбор влияния коэффициентов P, I, D на поведение системы (перерегулирование, время выхода, статическая ошибка). Анализ графиков переходных процессов.	Т
6.	Тема 6: Сравнение и анализ результатов. Соревнование «Следование по линии»	Лабораторная работа (Соревновательная часть): Заезды: Прохождение стандартной и усложненной трасс с линией на время. Анализ: Сравнение эффективности разных алгоритмов (P-регулятор vs ПИД-регулятор) и значений коэффициентов. Защита отчета: Объяснение выбранной стратегии, анализа ошибок и путей улучшения результата.	ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к текущей и промежуточной аттестации (зачёту, тестам и вопросам)	1. Огородников, И. Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3 : учебное пособие для вузов / Москва : Издательство Юрайт, 2021.— 116 с.. 2. Описание архитектуры устройства аппаратуры связи на профессиональных сайтах производителей, указанных в разделе «профессиональные базы данных» и «ресурсы свободного доступа». 3. Видео объяснения аспектов работы сетевых устройств в форме практико-ориентированной лекции размещаемой преподавателем на Microsoft Stream в режиме доступа. 4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017г.
2	Подготовка к выполнению лабораторных работ. Оформление технического отчёта по лабораторным работам.	1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017г. 2. Методические рекомендации, описания и задания к проведению лабораторных работ Микропроцессорная техника в системах связи : лабораторный практикум / А. С. Левченко, К. С. Коротков, Н. А. Яковенко, А. А. Бабенко; КубГУ. - Краснодар, 2018. - 194 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Роботизированные системы».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, научно-практической соревновательной части* и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ПК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения	Знает: основные источники профессиональной информации, методы поиска и критерии оценки достоверности информации. Умеет: находить и отбирать необходимую информацию для	Лабораторные работы	Практические зачетные задания.

	профессиональных задач	решения стандартных профессиональных задач. Владеет: навыками работы с библиографическими системами, поисковыми машинами и профессиональными базами данных.		
2	ПК-2: Способен участвовать в разработке проектов, проектировании изделий, процессов или систем в соответствии с техническим заданием и с учетом нормативных требований	Знает: основные этапы жизненного цикла проекта/изделия, принципы работы в рамках технического задания. Умеет: читать и анализировать техническую документацию, формулировать цели и задачи отдельных этапов проекта. Владеет: навыками декомпозиции задач и планирования этапов проектной работы.	Лабораторные работы	Практические зачетные задания.
3	ПК-3: Способен к эффективной коммуникации в профессиональной среде, работе в команде и управлению проектами	Знает: теорию командной динамики, роли в команде, методы коллективного принятия решений. Умеет: определять свою роль в команде, координировать свои действия с другими участниками, конструктивно взаимодействовать для выполнения задач. Владеет: технологиями командной работы (например, мозговой штурм), навыками фасилитации и разрешения конфликтных ситуаций.	Лабораторные работы	Практические зачетные задания.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольная работа

Задание 1: Базовое программирование микроконтроллера

На стенде собрана схема с кнопкой и светодиодом. Напишите программу для Arduino, которая включает светодиод только при нажатой кнопке, а при отпускании кнопки плавно уменьшает его яркость до нуля за 2 секунды (используя ШИМ).

Задание 2: Работа с датчиком

К Arduino подключен ультразвуковой дальномер (HC-SR04). Напишите программу, которая непрерывно измеряет расстояние до препятствия и выводит данные в монитор последовательного порта. Если расстояние становится меньше 20 см, программа включает встроенный светодиод (pin 13).

Задание 3: Реализация алгоритма движения

Запрограммируйте робота с дифференциальным приводом на движение по квадрату 50x50 см. Робот должен останавливаться на каждой стороне на 1 секунду.

Задание 4: Программирование П-регулятора для следования по линии

Дана трасса с черной линией и робот с 3-мя аналоговыми ИК-датчиками. Напишите алгоритм следования по линии на основе П-регулятора. Объясните логику расчета управляющего сигнала для моторов на основе показаний датчиков.

Задание 5: Расчет кинематики

Робот с дифференциальным приводом имеет колесную базу $L = 15$ см. Скорость левого колеса $V_l = 10$ см/с, скорость правого колеса $V_r = 5$ см/с. Рассчитайте линейную (V) и

угловую (ω) скорость робота. Определите радиус R траектории движения робота. В какую сторону (относительно робота) он будет поворачивать?

Задание 6: Анализ работы ПИД-регулятора

На графике представлен переходный процесс системы управления (например, выход на заданную скорость мотора или положение робота на линии). Проанализируйте график. Есть ли перерегулирование? Как быстро система выходит на заданный режим? Предложите, какие коэффициенты ПИД-регулятора (P , I , D) нужно увеличить или уменьшить, чтобы уменьшить перерегулирование/ускорить выход на режим.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

1 Архитектура микроконтроллера: основные компоненты (ядро, память, периферия) и их назначение.

2 Платформа Arduino: преимущества для робототехники, основные характеристики плат (Uno, Nano).

3 Цифровые и аналоговые сигналы. Функции `digitalRead()`, `digitalWrite()`, `analogRead()`, `analogWrite()`. Что такое ШИМ и для чего он применяется?

4 Протоколы обмена данными в робототехнике: UART (Serial), I2C, SPI. Их основные отличия и области применения.

5 Виды датчиков, используемых в робототехнике (например, ультразвуковые, ИК-датчики, энкодеры). Принцип работы и способы подключения к Arduino.

6 Функциональная схема робототехнической системы. Опишите подсистемы: сенсорная, управления, исполнительная.

7 Дайте определение кинематики мобильного робота. Что такое конфигурационное пространство?

8 Кинематика дифференциального привода. Выведите формулу, связывающую линейную и угловую скорость робота со скоростями правого и левого колес.

9 Что такое одометрия? Каковы основные источники погрешностей при одометрической навигации?

10 Понятие мгновенного центра поворота (ICR). Объясните на примере дифференциальной платформы.

11 Задача управления движением мобильного робота. В чем разница между реактивным управлением и управлением с планированием?

12 Сущность П-регулятора. Как коэффициент P влияет на поведение системы (например, при движении по линии)?

13 Назначение I - и D -составляющих в ПИД-регуляторе. Как они влияют на качество переходного процесса?

14 Что такое конечный автомат? Приведите пример его использования для управления поведением робота (например, "поиск цели - движение - объезд препятствия").

15 Методы отладки программ для роботов. Для чего используются симуляторы?

16 Дайте сравнение микроконтроллеров (например, Arduino) и одноплатных компьютеров (например, Raspberry Pi). В каких задачах робототехники предпочтительнее использовать каждый из них?

17 Что такое драйвер двигателя (например, L298N)? Объясните его необходимость и принцип работы (на примере управления мотором постоянного тока).

18 Опишите принцип работы и приведите пример использования энкодера в системе управления мобильным роботом. Какие типы энкодеров вы знаете?

19 Что такое инерциальная система измерения (IMU) и какие датчики в нее входят? Как данные с IMU могут компенсировать недостатки одометрии?

20 Объясните разницу между кинематикой и динамикой мобильного робота. Какие факторы учитывает динамическая модель?

- 21 Что такое "скользящий режим управления" (sliding mode control) и каковы его основные преимущества и недостатки для робототехники?
- 22 Опишите алгоритм "Dead Reckoning" (счисление пути). Какие погрешности ему свойственны и как они накапливаются со временем?
- 23 В чем заключается задача "слияния данных сенсоров" (sensor fusion)? Приведите пример на основе комплементарного фильтра для данных акселерометра и гироскопа.
- 24 Что такое система локализации робота на карте? Чем метод "Сканирование-Сравнение" (Scan Matching) отличается от использования маяков?
- 25 Опишите принцип работы и область применения сервопривода. Чем сервопривод отличается от шагового двигателя и мотора постоянного тока?
- 26 Каковы основные источники помех в робототехнических системах и методы борьбы с ними (развязка по питанию, экранирование, программная фильтрация)?
- 27 Что такое "реактивное управление" (reactive control) в робототехнике? Приведите пример и назовите его сильные и слабые стороны.
- 28 Объясните, как можно использовать камеру (компьютерное зрение) для решения задачи следования по линии. Какие преимущества и сложности по сравнению с ИК-датчиками?
- 29 Что такое "конечный автомат" (finite-state machine) и как он применяется для организации сложного поведения робота? Приведите пример автомата для робота-уборщика.
- 30 Какие основные критерии оценивания эффективности алгоритма управления мобильным роботом (например, время завершения задачи, энергоэффективность, точность позиционирования)?

Критерии оценивания результатов обучения

Для получения оценки «ЗАЧТЕНО» студент должен знать и демонстрировать понимание ключевых понятий и принципов, уметь дать определения основным терминам (микроконтроллер, ШИМ, дифференциальный привод, кинематика, П-регулятор, обратная связь), уметь объяснить принцип работы основных компонентов (например, для чего нужен драйвер моторов, как работает ультразвуковой датчик), уметь логически связно изложить материал, даже если ответ не является исчерпывающим. Допускаются незначительные неточности, не искажающие общий смысл, уметь выполнить базовое практическое задание (например, собрать простую схему с датчиком и светодиодом, загрузить и продемонстрировать работу стандартной программы (скетча) для Arduino), владеть навыками, достаточными для запуска и демонстрации работы робота на базовом уровне (например, запустить заранее написанную программу следования по линии и объяснить ее принцип действия). Процент выполнения заданий или правильных ответов на вопросы должен составлять не менее 60-70% от общего объема.

Оценка «НЕ ЗАЧТЕНО» выставляется, если студент не знает ключевых определений и основных понятий дисциплины, не может объяснить принцип действия основных компонентов робототехнической системы (микроконтроллер, датчики, двигатели), допускает грубые ошибки в описании фундаментальных процессов (например, не может вывести базовую формулу кинематики дифференциального привода или объяснить, как ШИМ управляет скоростью мотора), не понимает логики работы системы управления (например, не может объяснить, для чего нужна обратная связь), не умеет пользоваться средой программирования (Arduino IDE) для загрузки программы в микроконтроллер, не может выполнить простейшее задание по сборке схемы или не понимает основ схемотехники, не может запустить и продемонстрировать работу робота, даже по готовому алгоритму. Процент выполнения заданий или правильных ответов ниже 60%.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Белов, А. В. Создание роботов в домашних условиях. / А. В. Белов. — СПб. : Наука и Техника, 2020. — 320 с.

2. Юревич, Е. И. Основы робототехники. / Е. И. Юревич. — 5-е изд., перераб. и доп. — СПб. : БХВ-Петербург, 2022. — 416 с.

3. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. / В. А. Петин. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб. : БХВ-Петербург, 2022. — 448 с.

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>

2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>

2. Scopus <http://www.scopus.com/>

3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Лекция является одной из форм изучения теоретического материала по дисциплине. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных подходов и теорий. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными. В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, если не заданы сразу, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения.

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, просмотр видео объяснений по конкретным проблемным моментам, подготовки к выполнению лабораторных работ.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять равномерно на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем следует приступить к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал по теме, изложенный в учебнике или в рекомендуемых электронных ресурсах. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела (или более продуктивно – дополнить конспект лекции). Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно. При чтении учебной и научной литературы необходимо всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

К лабораторным работам следует подготовиться предварительно, ознакомившись с краткой, но специфической теорией, размещенной в соответствующей методичке. Рекомендуется ознакомиться заранее и с методическими рекомендациями по проведению соответствующей лабораторной работы, и в случае необходимости провести предварительные расчёты или подготовить программную основу.

Непосредственная подготовка к зачету осуществляется по вопросам, представленным в данной учебной программе дисциплины по лабораторным работам.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными

возможностями здоровья.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для воспроизведения файлов формата pptx и avi. Достаточным количеством посадочных мест: № 201С, № 300С, №227С, №315С	1. Операционная система Microsoft семейства Windows (7/8/10/11) или иная с графической оболочкой. 2. Microsoft office или иной для открытия презентаций формата pptx.
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудитория, оснащенная меловыми или маркерными досками, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для воспроизведения файлов формата pptx и avi., достаточным количеством посадочных мест со столами: №125С, №126С, №207С, №209С, №211С, №212С, №230С, №315С	1. Операционная система Microsoft семейства Windows (7/8/10/11) или иная с графической оболочкой. 2. Microsoft office или иной для открытия презентаций формата pptx. 3. Среда разработки Arduino IDE
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ.	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Проведение занятий лабораторного практикума частично предусмотрено в «компьютерном классе специальных дисциплин» (№125С, №126С, №207С, №209С, №211С, №212С) с использованием ПК	1. Операционная система Microsoft семейства Windows (7/8/10/11) или иная с графической оболочкой. 2. Microsoft office или иной для открытия презентаций формата pptx. 3. Среда разработки Arduino IDE

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
---	---	---

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	1. Операционная система Microsoft семейства Windows (7/8/10/11) или иная с графической оболочкой. 2. Microsoft office или иной для открытия презентаций формата pptx. 3. Среда разработки Arduino IDE
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.207С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	1. Операционная система Microsoft семейства Windows (7/8/10/11) или иная с графической оболочкой. 2. Microsoft office или иной для открытия презентаций формата pptx. 3. Среда разработки Arduino IDE