

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Алгоритмы управления

(наименование дисциплины)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(по направлению подготовки (специальности))

Алгоритмы управления движением и навигация беспилотных мобильных систем и
комплексов

направленность (профиль)/специализация

Форма обучения: заочная

Год набора: 2024

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Курс	4	Итого
Форма контроля	Зачет с оценкой	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	4,25	4,25
Самостоятельная работа	100	100
Контроль	3,75	3,75
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.т.н., Глибин Е.С.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки (специальности)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2030 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

Промышленная электроника

(протокол заседания № 7 от «24» февраля 2026 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – овладеть навыками анализа функциональных возможностей роботов на основе изучения теоретических основ и конструкций типовых компоновок роботов, а также навыками для выбора роботов и их применения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: дисциплины Блока 1 части, формируемой участниками образовательных отношений направления подготовки бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»: «Основы автоматизации проектирования», «Схемотехника».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Интегрированные системы проектирования и управления, выпускная квалификационная работа».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-7 Способен разрабатывать и анализировать алгоритмы управления для беспилотных мобильных систем и комплексов	ПК-7.1 Знает классические и современные подходы к построению алгоритмов управления (линейные регуляторы, методы машинного обучения), а также методы анализа их устойчивости и сходимости	Знать: классические и современные подходы к построению алгоритмов управления (линейные регуляторы, методы машинного обучения), а также методы анализа их устойчивости и сходимости
	ПК-7.2 Умеет разрабатывать иерархические архитектуры управления (низкоуровневое управление исполнительными механизмами, средний уровень — стабилизация траектории, высокий уровень — планирование движения) с учётом особенностей человеко-машинного взаимодействия	Уметь: разрабатывать иерархические архитектуры управления (низкоуровневое управление исполнительными механизмами, средний уровень — стабилизация траектории, высокий уровень — планирование движения) с учётом особенностей человеко-машинного взаимодействия
	ПК-7.3 Владеет инструментами численного моделирования и верификации алгоритмов управления в симуляторах, а также методами оценки качества переходных процессов и энергоэффективности	Владеть: инструментами численного моделирования и верификации алгоритмов управления в симуляторах, а также методами оценки качества переходных процессов и энергоэффективности

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Курс	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек., Ср.	Введение в алгоритмы управления. Основные понятия: объект управления, обратная связь, устойчивость. Классификация систем управления: разомкнутые и замкнутые, дискретные и непрерывные. Примеры из робототехники и беспилотных систем. Математические основы управления. Дифференциальные уравнения и их роль в моделировании динамики. Преобразование Лапласа и Z-преобразование. Линейные системы и их анализ. Программирование микроконтроллеров для управления. Особенности программирования на Си для Arduino и аналогичных платформ. Работа с прерываниями, таймерами, АЦП/ЦАП. Примеры реализации простых контуров управления. PID-регуляторы. Принцип работы PID-регулятора. Настройка коэффициентов (P, I, D) для задач стабилизации. Практическая реализация на Си и Python.	4	34	-	-	Тестовые и практические задания
Модуль 2	Лек., Ср.	Дискретизация и цифровые системы управления. Переход от непрерывных к дискретным системам. Алгоритмы дискретной реализации регуляторов. Программирование цифровых фильтров.	4	35	-	-	Тестовые и практические задания

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Курс	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Моделирование динамики транспортных средств и БПЛА. Математические модели движения (кинематика и динамика). Уравнения движения для автомобилей и дронов. Программная реализация моделей на Python. Алгоритмы стабилизации и удержания курса. Управление углом наклона, высотой, скоростью. Алгоритмы для стабилизации квадрокоптеров. Практическая реализация на симуляторах и реальных устройствах. Планирование траекторий. Алгоритмы поиска пути (A, D, RRT и др.). Генерация плавных траекторий для автономных систем. Реализация на Python с визуализацией.					
Модуль 3	Лек., Ср.	Сенсорные системы и обработка данных. Работа с датчиками: гироскопы, акселерометры, GPS, лидары. Фильтрация шумов (фильтр Калмана). Интеграция данных с датчиков в алгоритмы управления. Распределённые системы управления. Взаимодействие нескольких агентов (рои дронов, группы роботов). Протоколы обмена данными и синхронизации. Практика на симуляторах.	4	35	-	-	Тестовые и практические задания

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Курс	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Безопасность и отказоустойчивость. Обнаружение и обработка ошибок в реальном времени. Резервирование каналов управления. Примеры из практики беспилотных систем. Проектная работа. Разработка и реализация собственного алгоритма управления для БПЛА или автономного ТС. Защита проекта с демонстрацией работы на симуляторе или макете.					
	ПА		4	0,25	-	-	
	Контроль		4	3,75			
Итого:				108			

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Мобильная робототехника» используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- лабораторные работы;
- практические занятия с устным опросом обучающихся и закреплением теоретического материала;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение практических заданий, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку доклада и его презентации к защите на практическом занятии.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к лабораторным занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов. На лабораторных занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к лабораторным занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с

подготовкой к лабораторным занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе лабораторным занятием.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Курс	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-7	Тестовые и практические задания Вопросы к зачету: все

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Выполнение и защита лабораторных работ (наименование оценочного средства)

Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

Выполнить лабораторную работу, оформить отчет по лабораторной работе и защитить его

Краткое описание и регламент выполнения

Лабораторные работы выполняются в бригадах. Лабораторная должна быть выполнена, а результаты оформлены в виде отчета. Далее студент должен защитить работу, ответив на теоретический или практический вопрос.

Тематика лабораторных работ:

- 1. Основы работы с микроконтроллерами и датчиками.** Сборка и программирование базовой схемы на Arduino. Чтение данных с аналоговых и цифровых датчиков (температура, освещённость, расстояние). Управление исполнительными устройствами (моторы, светодиоды) через ШИМ.
- 2. Реализация простого контура обратной связи.** Создание системы стабилизации (например, удержание уровня платформы). Программирование ПИД-регулятора на Си для управления скоростью двигателя.
- 3. Моделирование динамических систем на Python.** Построение математической модели движения объекта (например, маятника). Визуализация переходных процессов и анализ устойчивости.
- 4. Реализация дискретного ПИД-регулятора.** Перенос алгоритма управления с непрерывного времени на дискретное. Оптимизация параметров ПИД для различных режимов работы.
- 5. Работа с инерциальными датчиками.** Считывание данных с гироскопа и акселерометра. Фильтрация шумов и объединение данных (например, с помощью комплементарного фильтра).
- 6. Алгоритмы стабилизации для БПЛА (на симуляторе).** Реализация удержания высоты и угла наклона для виртуального квадрокоптера. Анализ влияния параметров управления на поведение модели.
- 7. Планирование траекторий для автономных ТС.** Программирование алгоритма поиска пути (A, D). Генерация и сглаживание траектории для симулятора автомобиля.
- 8. Реализация фильтра Калмана.** Оценка состояния системы по зашумлённым данным датчиков. Применение фильтра для повышения точности позиционирования.

9. Распределённое управление (рои дронов/роботов). Организация обмена данными между несколькими микроконтроллерами. Синхронизация действий группы роботов для выполнения общей задачи.

10. Проектная лабораторная работа. Разработка и реализация собственного алгоритма управления для БПЛА или автономного ТС. Демонстрация работы на симуляторе или макете, анализ результатов.

Критерии оценки:

Лабораторная работа не выполнена: студент получает отрицательные штрафные баллы.

Оформлен отчет по лабораторной работе: студент получает баллы за оформление.

Защищен отчет по лабораторной работе: студент получает баллы за защиту.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Курс 4

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Что такое система управления? Приведите примеры из области автономных ТС и БПЛА.
2	В чём разница между разомкнутой и замкнутой системой управления?
3	Что такое обратная связь и зачем она нужна в управлении?
4	Дайте определение устойчивости системы управления.
5	Что такое передаточная функция и как она используется?
6	Объясните разницу между непрерывными и дискретными системами.
7	Что такое <i>ПИД</i> -регулятор? Каковы его основные компоненты?
8	Как влияет коэффициент пропорциональности (<i>P</i>) на работу регулятора?
9	Для чего нужен интегральный (<i>I</i>) и дифференциальный (<i>D</i>) компоненты в <i>ПИД</i> -регуляторе?
10	Каковы основные этапы настройки <i>ПИД</i> -регулятора?
11	Что такое дискретизация сигнала? Зачем она нужна?
12	Как реализуется цифровой <i>ПИД</i> -регулятор на микроконтроллере?
13	Какие основные типы датчиков используются в автономных ТС и БПЛА?
14	Для чего нужен фильтр Калмана в системах управления?
15	Как объединить данные с гироскопа и акселерометра для оценки угла наклона?
16	Что такое комплементарный фильтр и когда его применяют?
17	Какие уравнения описывают движение наземного автономного ТС?
18	Как моделируется динамика квадрокоптера (БПЛА)?
19	Что такое кинематическая и динамическая модель объекта управления?
20	Какие методы используются для планирования траекторий автономных ТС?
21	В чём суть алгоритма <i>A</i> для поиска пути?
22	Что такое <i>RRT</i> и где он применяется в робототехнике?
23	Как обеспечить плавность траектории при движении БПЛА?
24	Какие задачи решает система стабилизации БПЛА?
25	Как реализуется удержание высоты и стабилизация угла наклона квадрокоптера?
26	Что такое отказоустойчивость в системах управления?
27	Как обнаружить и обработать ошибку в реальном времени?
28	Какие методы резервирования каналов управления существуют?
29	Как организовать обмен данными между несколькими микроконтроллерами?

30	Что такое синхронизация в распределённых системах управления?
31	Как программировать прерывания на Arduino для задач управления?
32	Для чего используются таймеры в микроконтроллерах при реализации алгоритмов управления?
33	Как работать с АЦП и ЦАП для сбора и выдачи аналоговых сигналов?
34	В чём особенности программирования на Си для задач управления по сравнению с Python?
35	Как использовать Python для моделирования и визуализации систем управления?
36	Какие существуют методы тестирования алгоритмов управления на симуляторах?
37	Как оценить качество работы системы управления (время реакции, точность, устойчивость)?
38	Какие современные тенденции в развитии алгоритмов управления для автономных ТС и БПЛА вы знаете?

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Курс	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	Дифференцированный зачет	«отлично»	Студент набрал 85- 100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«хорошо»	Студент набрал 70- 84 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«отлично»	Студент набрал 85- 100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«хорошо»	Студент набрал 70- 84 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Т. А. Павловская.	Программирование на языке высокого уровня Паскаль	учебное пособие	2025	ЭБС "IPRbooks"
2	В. Н. Шитов.	Программирование на примере C++	учебное пособие	2025	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко.	Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB	учебное пособие	2023	ЭБС "Лань"
4	Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко.	Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK)	учебное пособие	2021	ЭБС "Лань"
5	Н. В. Апатова, М. А. Бакуменко.	Алгоритмизация и программирование	учебное пособие	2025	ЭБС "ZNANIUM.COM"
6	С. Р. Гуриков.	Алгоритмизация и программирование на языке Visual C#	учебное пособие	2025	ЭБС "ZNANIUM.COM"
7	А. В. Сацюк, Н. В. Володарец.	Гибридные алгоритмы компьютерного зрения для прецизионного автономного управления БПЛА	монография	2026	ЭБС "ZNANIUM.COM"
8	Г. Б. Онищенко, О. М. Соснин	Силовая электроника : силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения	учебное пособие	2023	ЭБС "ZNANIUM.COM"
9	М. В. Гальперин	Электротехника и электроника	учебник	2022	ЭБС "ZNANIUM.COM"
10	Ю. А. Смирнов, В. А. Детистов.	Датчики и системы позиционирования мобильных роботов и автономных транспортных средств	учебное пособие	2026	ЭБС "Лань"
11	В. Д. Боев, Р. П.	Компьютерное моделирование	учебное пособие	2025	ЭБС "IPRbooks"

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
	Сыпченко.				

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Медведев П. В.	Научные исследования	учебное пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"
2	Максина Е. Л	Электроника	учебное пособие	2019	ЭБС "IPRbooks"
3	Медведев В. А.	Автономные преобразователи	учебное пособие	2009	74
4	Розанов Ю. К.	Силовая электроника	учебник	2009	20
5	Медведев В. А	Конструирование преобразователей	учебное пособие	2015	Репозиторий ТГУ
6	Б. И. Заманский, Ф. Г. Кирдяшов.	Основы системной инженерии	учебник	2019	ЭБС "Лань"
7	Дж. Рег	Промышленная электроника	учебник	2019	ЭБС "IPRbooks"
8	Водовозов А.М.	Основы электроники	Учебное пособие	2019	ЭБС «ZNANIUM»
9	Волович Г.И.	Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств	Учебное пособие	2020	ЭБС «IPRbooks»
10	Новиков Ю. В.	Основы микропроцессорной техники	Курс лекций	2020	ЭБС «IPRbooks»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- 1. WebofScience[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
2. Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
3. Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
4. SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
5. ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
6. NEICON[Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
7. Федеральный институт промышленной собственности [Электронный ресурс] : сайт Федерального института промышленной собственности. – Режим доступа : <http://www.fips.ru>. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
8. Портал профессионального сообщества: <http://easyelectronics.ru/>
9. Портал профессионального сообщества: <https://habr.com/hub/electronics/>
10. "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/catalog/resources?&p_rubr=2.2.75.26&p_page=1

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 1346 от 24.12.2024, срок действия – до 31.12.2025

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Э-403 Лаборатория "Робототехника". Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория	Манипулятор, Манипулятор МП – 11, Манипулятор МП – 11, Манипулятор Манипулятор ТУР-10 , МПЦУ с

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	монитором, МПЦУ с монитором , столы лабораторные с оборудованием, щит электрический, монитор , стулья ученические, стулья с пюпитрами стол преподавательский.
2	Э-505 "Лаборатория ""Офисная электроника"" Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации."	Стол преподавательский, столы ученические двухместные, стулья с пюпитрами, стол лабораторный. Монитор LG Flatron EzT710BH, монитор - Samsung SyncMaster 740N, системные блоки HP, системные блоки Antares, сканер Benq SZW 5000V, Web-камера Genius, коммутатор сетевой MicroHab/8 TP1008C, клавиатура Mitsumi, манипулятор типа «мышь» A4Tech, манипулятор типа «мышь» -Genius, манипулятор типа «мышь» - SPM003 ПК, жалюзи.
3	Г-401 Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Столы, стулья, компьютеры