

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

Б1.В.ДВ.01.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тестирование и верификация алгоритмов

(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	
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):

Преподаватель Синичкин О.И.

(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: выпускная квалификационная работа.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-8 Способен работать с датчиками, используемыми для навигации и управления движением беспилотных мобильных систем и комплексов	ПК-8.1 Знает принципы работы основных типов навигационных датчиков (инерциальные измерительные модули, GNSS-приёмники, лидары, камеры, ультразвуковые и радиолокационные сенсоры), их характеристики, погрешности и области применения	Знать: принципы работы основных типов навигационных датчиков (инерциальные измерительные модули, GNSS-приёмники, лидары, камеры, ультразвуковые и радиолокационные сенсоры), их характеристики, погрешности и области применения
	ПК-8.2 Умеет проектировать схемы предварительной обработки сигналов датчиков (фильтрация, калибровка, компенсация дрейфов), а также осуществлять синхронизацию и пространственную привязку данных от мультисенсорных систем	Уметь: проектировать схемы предварительной обработки сигналов датчиков (фильтрация, калибровка, компенсация дрейфов), а также осуществлять синхронизацию и пространственную привязку данных от мультисенсорных систем
	ПК-8.3 Владеет методами обработки информации с датчиков (фильтр Калмана, частицы,	Владеть: методами обработки информации с датчиков (фильтр Калмана, частицы, нейросетевые подходы) для построения надёжной оценки состояния (локализации, ориентации, скорости) в условиях частичной недоступности или отказа отдельных датчиков

		нейросетевые подходы) для построения надёжной оценки состояния (локализации, ориентации, скорости) в условиях частичной недоступности или отказа отдельных датчиков	
ПК-10	Способен создавать сценарии проверки алгоритмов, тестировать и верифицировать алгоритмы управления и навигации	ПК-10.1 Знает методологию тестирования автономных систем (от единичных модульных тестов до комплексных сценариев), стандарты верификации и валидации, а также подходы к оценке функциональной безопасности ПК-10.2 Умеет разрабатывать тестовые сценарии, имитирующие штатные и нештатные ситуации (отказы датчиков, экстремальные погодные условия, динамические препятствия), а также проводить анализ уязвимостей алгоритмов управления и навигации ПК-10.3 Владеет инструментами автоматизированного тестирования в симуляторах и на аппаратных стендах, методами статистической оценки надёжности алгоритмов и составления отчётной документации по результатам верификации	Знать: методологию тестирования автономных систем (от единичных модульных тестов до комплексных сценариев), стандарты верификации и валидации, а также подходы к оценке функциональной безопасности Уметь: разрабатывать тестовые сценарии, имитирующие штатные и нештатные ситуации (отказы датчиков, экстремальные погодные условия, динамические препятствия), а также проводить анализ уязвимостей алгоритмов управления и навигации Владеть: инструментами автоматизированного тестирования в симуляторах и на аппаратных стендах, методами статистической оценки надёжности алгоритмов и составления отчётной документации по результатам верификации

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 Общие сведения о робототехнике	Лек., Ср.	«История развития робототехники. Основные понятия, структура и классификация». «Понятие о собственных свойствах манипуляторов. Двигательная и функциональная избыточность».	4	34	-		Тестовые и практические задания
Модуль 2 Собственные свойства манипуляционных механизмов	Лек., Ср.	«Свойство достижимости. Манипулятив-ность. Сервис манипулятора. Погрешности позиционирования и повторяемости манипуляционного механизма». «Понятие свойств мобильности, приемистости, податливости, грузоподъемности. Определение технических характеристик промышленного робота».	4	35	-	-	Тестовые и практические задания
Модуль 3 Кинематика манипуляторов	Лек., Ср.	«Схемы расположения приводов. Базовые схемы манипуляторов с приводами на основании. Изучение принципа действия и конструкции промышленного робота». «Условия развязки двигателей. Кинематическая и управляющая матрицы исполнительных механизмов». «Плоские и пространственные манипуляторы с дифференциальными механизмами. 3-х звенные дифференциальные механизмы. Управляемость манипуляторов».	4	35	-	-	Тестовые и практические задания
	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 практическим 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 практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по современным методам проектирования систем потребителей различных предприятий и основных способах построения систем электроснабжения; по методам решения оптимизационных задач в электроснабжении и вопросам оптимизации структуры и режимов электрических сетей предприятий; умения производить выбор экономически обоснованных схем и режимов систем электроснабжения. На практических 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 практическим 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.

По заданию преподавателя обучающийся должен подготовить доклад по теме практического занятия. В процессе подготовки к практическим 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 практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Курс	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-8 ПК-10	История развития робототехники Виды и назначения манипуляционных механизмов Понятие собственных свойств манипуляционных механизмов Свойство достижимости манипуляционного механизма Манипулятивность. Сервис манипулятора Погрешность позиционирования захватного устройства Погрешность повторяемости захватного устройства Правило суммирования погрешностей повторяемости захватного устройства Свойство мобильности манипуляционного механизма Свойство приемистости манипуляционного механизма Двигательная и функциональная избыточность манипуляционного механизма Свойство податливости манипуляционного механизма Грузоподъемность манипуляционного механизма Простейшие кинематические пары и шарниры, применяемые в робототехнике Критерии управляемости манипуляционного механизма Метод матриц при анализе управляемости манипуляционного механизма Прямая и обратная задачи управляемости манипулятора Типовые схемы расположения приводов манипуляционного механизма Плоский манипулятор с дифференциальным механизмом перемещения звеньев Пространственный манипулятор с дифференциальным механизмом перемещения звеньев Трехзвеньевые дифференциальные

Курс	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
		механизмы Типовые узлы вращения и линейного перемещения звеньев манипуляционного механизма Базовая схема манипулятора с приводами, вынесенными на основание Рабочие органы манипуляционных механизмов (захваты) Уравновешивающие механизмы промышленных роботов Приводы промышленных роботов и общие технические требования к ним Задачи информационного обеспечения роботов Классификация датчиков информационных устройств роботов Оптоэлектронные позиционные сенсорные элементы манипуляционных механизмов Сенсорные потенциометрические позиционные элементы манипуляционных механизмов Позиционные видеосенсорные элементы манипуляционных механизмов Классификация систем управления роботов Принципы построения систем программного управления роботов Цикловые системы управления роботов Позиционные системы управления роботов Контурные системы управления роботов Адаптивные системы управления роботов Применение роботов в различных отраслях промышленности; Опрос отчёт: «Понятие о собственных свойствах манипуляторов. Двигательная и функциональная избыточность». «Свойство достижимости. Сервис манипулятора. Погрешности позиционирования и повторяемости манипуляционного механизма». «Понятие свойств мобильности, приемистости, податливости,

Курс	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
		грузоподъемности. Определение технических характеристик промышленного робота». «Схемы расположения приводов. Базовые схемы манипуляторов с приводами на основании. Изучение принципа действия и конструкции промышленного робота». «Условия развязки двигателей. Кинематическая и управляющая матрицы исполнительных механизмов». «Плоские и пространственные манипуляторы с дифференциальными механизмами. Трехзвенные дифференциальные механизмы. Управляемость манипуляторов».

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

7.2.1. 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

Отчеты по практическим работам

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если сдан отчет;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если отчет не сдан.

7.2.2. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)

Используется традиционная образовательная технология в форме лекций и практических занятий с элементами проектирования и исследования.

7.2.3 Контролируемые разделы (темы) дисциплины

1. Понятие о собственных свойствах манипуляторов. Двигательная и функциональная избыточность;
2. Свойство достижимости. Манипулятивность. Сервис манипулятора. Погрешности позиционирования и повторяемости манипуляционного механизма;
3. Понятие свойств мобильности, приемистости, податливости, грузоподъемности. Определение технических характеристик промышленного робота;
4. Схемы расположения приводов. Базовые схемы манипуляторов с приводами на основании. Изучение принципа действия и конструкции промышленного робота;
5. Условия развязки двигателей. Кинематическая и управляющая матрицы исполнительных механизмов;
6. Плоские и пространственные манипуляторы с дифференциальными механизмами. Трехзвенные дифференциальные механизмы. Управляемость манипуляторов.

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	История развития робототехники
2	Виды и назначения манипуляционных механизмов
3	Понятие собственных свойств манипуляционных механизмов
4	Свойство достижимости манипуляционного механизма
5	Манипулятивность. Сервис манипулятора
6	Погрешность позиционирования захватного устройства
7	Погрешность повторяемости захватного устройства
8	Правило суммирования погрешностей повторяемости захватного устройства
9	Свойство мобильности манипуляционного механизма
10	Свойство приемистости манипуляционного механизма
11	Двигательная и функциональная избыточность манипуляционного механизма
12	Свойство податливости манипуляционного механизма
13	Грузоподъемность манипуляционного механизма
14	Простейшие кинематические пары и шарниры, применяемые в робототехнике
15	Критерии управляемости манипуляционного механизма
16	Метод матриц при анализе управляемости манипуляционного механизма
17	Прямая и обратная задачи управляемости манипулятора
18	Типовые схемы расположения приводов манипуляционного механизма
19	Плоский манипулятор с дифференциальным механизмом перемещения звеньев
20	Пространственный манипулятор с дифференциальным механизмом перемещения звеньев
21	Трехзвеньевые дифференциальные механизмы
22	Типовые узлы вращения и линейного перемещения звеньев манипуляционного механизма
23	Базовая схема манипулятора с приводами, вынесенными на основание
24	Рабочие органы манипуляционных механизмов (захваты)
25	Уравновешивающие механизмы промышленных роботов
26	Приводы промышленных роботов и общие технические требования к ним
27	Задачи информационного обеспечения роботов
28	Классификация датчиков информационных устройств роботов
29	Оптоэлектронные позиционные сенсорные элементы манипуляционных механизмов
30	Сенсорные потенциометрические позиционные элементы манипуляционных механизмов
31	Позиционные видеосенсорные элементы манипуляционных механизмов
32	Классификация систем управления роботов
33	Принципы построения систем программного управления роботов
34	Цикловые системы управления роботов
35	Позиционные системы управления роботов
36	Контурные системы управления роботов
37	Адаптивные системы управления роботов
38	Применение роботов в различных отраслях промышленности

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Курс	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		«зачтено»	Набрано не менее 55 баллов
4	Зачет	«не зачтено»	Набрано менее 55 баллов

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	А. А. Иванов.	Основы робототехники	учебное пособие	2024	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Сырямкин В. И.	Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике	учебное пособие	2023	ЭБС "Лань"
3	Е. Л. Турнецкая, А. В. Аграновский.	Программная инженерия : Тестирование и контроль качества программного обеспечения	учебное пособие	2025	ЭБС "Лань"
4	О. В. Минакова.	Программная инженерия : Основные принципы, методы и инструменты	учебное пособие	2024	ЭБС "Лань"
5	Л. Г. Гагарина, А. В. Гаращенко, Е. Н. Акимова [и др.]	Конструирование программного обеспечения	учебное пособие	2024	ЭБС "ZNANIUM.COM"
6	А. В. Игнатьев.	Тестирование программного обеспечения	учебное пособие	2023	ЭБС "Лань"
7	Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пашенко, А. Ю. Келина.	Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK) : практикум	учебное пособие	2025	ЭБС "Лань"
8	Е. М. Яковлева	Автоматизированное проектирование средств и систем управления	учебное пособие	2024	ЭБС "IPRbooks"

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	В. А. Скрябин, А. Г. Схиртладзе, А. Е. Зверовщиков, А. Н. Машков.	Автоматизация производственных процессов в машиностроении	учебник	2019	ЭБС "IPRbooks"
2	Глухов, Р. А. Галустов, А. А. Дикой, И. В. Дикая	Основы робототехники	учебное пособие	2019	ЭБС "IPRbooks"
3	А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко	Автоматизация технологических процессов и производств	учебник	2014	ЭБС "IPRbooks"
4	В. Х. Пшихопов, М. Ю. Медведев	Оценивание и управление в сложных динамических системах	монография	2009	чз
5	В. М. Власов, Б. Я. Мактас, В. Н. Богумил, И. В. Конин.	Беспроводные технологии на автомобильном транспорте : глобальная навигация и определение местоположения транспортных средств	учебное пособие	2020	аб
6	Р. Мартин	Чистый код = Clean code : a Handbook of Software Craftsmanship : Создание, анализ и рефакторинг	-	2015	чз

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	Г-401 Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Столы, стулья, компьютеры