

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 РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основы мехатроники и робототехники

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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 610876
Подписал: заведующий кафедрой Григорьев Павел
Александрович
Дата: 10.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью изучения дисциплины (модуля) является:

- формирование у студентов базовых теоретических знаний и практических навыков в области мехатроники и робототехники, необходимых для анализа, проектирования и эксплуатации робототехнических систем;

- освоение принципов построения, кинематики и динамики промышленных и мобильных роботов, включая компоненты исполнительных органов, сенсорных систем и систем управления.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- изучение основных типов и архитектур промышленных и мобильных роботов;

- формирование представления о кинематических и динамических моделях робототехнических систем;

- ознакомление с исполнительными органами, захватами и сенсорами, применяемыми в современных роботах;

- развитие навыков применения теоретических знаний для решения инженерных задач, связанных с робототехникой и мехатроникой.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-1 - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности, используя методы естественных наук, математического анализа и моделирования;

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.

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

Знать:

- основные виды и классификации роботов, их области применения;

- базовые законы кинематики и динамики, применяемые в моделировании движения роботов;

- назначение и принципы работы исполнительных механизмов и сенсоров;

- архитектуру и компоненты робототехнической системы.

Уметь:

- применять законы механики для анализа движения роботов;
- расчёты по прямой и обратной кинематике;
- выбирать подходящие компоненты для робототехнической системы;
- разрабатывать структурные схемы роботов и проводить анализ их параметров.

Владеть:

- навыками построения и моделирования кинематических цепей;
- приёмами работы с программными и аппаратными средствами для построения робототехнических систем;
- методами анализа траекторий движения и управления захватами;
- базовыми методами интеграции сенсорных данных в систему управления роботом.

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 №5
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 мехатронику и робототехнику Рассматриваемые вопросы: - Определения и область применения; - Связь мехатроники с другими дисциплинами; - Классификация современных роботов.
2	Основные компоненты робототехнической системы Рассматриваемые вопросы: - Приводы, датчики, системы управления; - Роль программного обеспечения; - Архитектура модульной системы.
3	Кинематика манипуляторов: прямое преобразование Рассматриваемые вопросы: - Прямая кинематика; - Преобразования координат; - Матрицы поворота и смещения.
4	Кинематика манипуляторов: обратная задача Рассматриваемые вопросы: - Обратные преобразования; - Проблема однозначности; - Алгоритмы решения.
5	Основы дифференциальной кинематики Рассматриваемые вопросы: - Якобиан; - Линейная и угловая скорость; - Сингулярности.
6	Основы динамики роботов Рассматриваемые вопросы: - Уравнения Ньютона-Эйлера; - Лагранжева механика; - Моделирование динамических систем.
7	Архитектуры построения роботов Рассматриваемые вопросы: - Стационарные и мобильные роботы; - Служебные, промышленные и специализированные роботы; - SCARA, Delta, шестиосевые и другие схемы.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
8	<p>Роботы на колесной и гусеничной базе</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Преимущества и недостатки; - Типы приводов и шасси; - Управление движением.
9	<p>Роботы с шагающим механизмом</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы движения; - Энергопотребление; - Биомиметика в шагающих роботах.
10	<p>Роботы с летающей кинематикой (дроны)</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Мультикоптеры; - Стабилизация и управление; - Применение и ограничения.
11	<p>Захваты и исполнительные органы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Параллельные и последовательные захваты; - Механические, пневматические, магнитные; - Адаптивные захваты.
12	<p>Датчики в робототехнике</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Датчики положения, ускорения, силы; - Камеры, LiDAR, ультразвук; - Обработка сенсорной информации.
13	<p>Обратная связь и управление движением</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Пропорциональные, интегральные, дифференциальные регуляторы; - Примеры реализации ПИД в реальных системах; - Устойчивость.
14	<p>Основы коллаборативной робототехники (коботы)</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Безопасность взаимодействия; - Сенсоры для коллаборации; - Примеры промышленных коботов.
15	<p>Человеко-машинные интерфейсы (HMI)</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Интерфейсы управления; - Тренды: жесты, голос, AR; - UX для операторов роботов.
16	<p>Будущее мехатроники и тренды в робототехнике</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Интеграция ИИ; - Роботы в транспорте, медицине, логистике; - Этика и стандарты.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Ознакомление с промышленным манипулятором В результате выполнения практического занятия студенты ознакомятся с устройством и назначением узлов базового робота-манипулятора.
2	Работа с координатной системой робота В результате выполнения практического занятия студенты освоят работу с декартовой системой координат и локальными осями звеньев.
3	Прямая кинематика: построение модели В результате выполнения практического занятия студенты реализуют прямую кинематику в графической или символьной форме.
4	Обратная кинематика: решение уравнений для 2D и 3D-рук В результате выполнения практического занятия студенты научатся рассчитывать углы поворота звеньев по заданной позиции захвата.
5	Работа с симулятором робота (например, V-REP, Gazebo) В результате выполнения практического занятия студенты визуализируют работу манипулятора в виртуальной среде.
6	Исследование динамики звеньев с использованием физического движка В результате выполнения практического занятия студенты смоделируют инерционные параметры и проанализируют поведение звеньев при ускорении.
7	Сборка SCARA-манипулятора из модулей Arduino В результате выполнения практического занятия студенты изучат механику и сборку рычажной архитектуры робота.
8	Программирование движения по кривой Безье В результате выполнения практического занятия студенты реализуют плавное движение робота по заданной траектории.
9	Настройка шагового двигателя и драйвера В результате выполнения практического занятия студенты научатся подключать и управлять шаговым двигателем в различных режимах.
10	Моделирование роботизированного колёсного шасси В результате выполнения практического занятия студенты разработают базовую платформу и запрограммируют её движение.
11	Программирование простейшего движения робота В результате выполнения практического задания студенты разработают простую программу управления движением колесного робота и отладят её на симуляторе или стенде.
12	Работа с датчиками расстояния (ультразвук, ИК) В результате выполнения практического задания студенты подключат датчики расстояния, проведут измерения и реализуют элементарную логику реакции робота на препятствия.
13	Захваты: классификация и принципы действия В результате выполнения практического задания студенты классифицируют типы захватов, определяют области применения и особенности конструкций.
14	Механизмы захватов: моделирование в CAD В результате выполнения практического задания студенты смоделируют 3D-модель захвата в CAD-среде и проанализируют её кинематические особенности.
15	Анализ кинематики двухзвенного манипулятора В результате выполнения практического задания студенты рассчитают прямую и обратную кинематику манипулятора и построят его рабочую зону.
16	Построение траектории движения звеньев В результате выполнения практического задания студенты построят графики изменения углов звеньев во времени и реализуют простую траекторию движения.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
17	Динамика: влияние масс и инерции звеньев В результате выполнения практического задания студенты исследуют, как масса и момент инерции звеньев влияют на динамику и точность управления.
18	Моделирование робота в среде Gazebo или Webots В результате выполнения практического задания студенты создадут базовую модель мобильного или манипуляционного робота в симуляторе и протестируют его движение.
19	Подключение и считывание показаний энкодера В результате выполнения практического задания студенты подключат энкодер к контроллеру, считали данные о положении и рассчитали пройденное расстояние.
20	Работа с тензодатчиком: измерение усилий В результате выполнения практического задания студенты соберут схему с тензодатчиком и научатся определять усилия, воздействующие на конструкцию.
21	Тестирование датчиков ориентации (IMU) В результате выполнения практического задания студенты подключат IMU-датчики и проведут эксперимент по отслеживанию ориентации робота в пространстве.
22	Расчет обратной кинематики для 3-DOF манипулятора В результате выполнения практического задания студенты получают численные значения углов приводов для достижения заданной точки в пространстве.
23	Настройка системы управления движением манипулятора В результате выполнения практического задания студенты реализуют простую ПИД-регулируемую систему управления положением звена.
24	Демонстрация комплексной системы: датчики, приводы, логика В результате выполнения практического задания студенты соберут и продемонстрируют работающую мехатронную систему, включающую датчики, приводы и управляющую программу.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

4.4. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

- Разработка системы управления роботом-манипулятором на базе Arduino;
- Моделирование кинематики промышленного робота в среде MATLAB;
- Проектирование мобильного робота с системой компьютерного зрения;
- Исследование динамики шагающего робота с бионическим дизайном;
- Создание системы автоматического управления квадрокоптером;

- Разработка адаптивного роботизированного захвата для различных объектов;
- Анализ и оптимизация работы Delta-робота в производственных условиях;
- Проектирование автономного колесного робота с системой SLAM;
- Исследование применения нейросетей в управлении робототехническими системами;
- Разработка человеко-машинного интерфейса для промышленного робота;
- Моделирование и анализ работы коллаборативного робота (кобота);
- Создание системы технического зрения для сортировки объектов;
- Исследование энергоэффективности мобильных робототехнических систем;
- Разработка системы управления роботом с использованием ПИД-регуляторов;
- Проектирование подводного робота с системой стабилизации;
- Анализ применения робототехники в логистических системах.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Авцинов, И. А. Основы организационно-технологического управления роботизированными комплексами : учебное пособие / И. А. Авцинов, В. К. Битюков ; под редакцией И. А. Хаустова. — Воронеж : ВГУИТ, 2021. — 299 с. — ISBN 978-5-00032-507-0.	URL: https://e.lanbook.com/book/254423 (дата обращения: 27.05.2025). Текст : электронный.
2	Оборудование упаковочного производства : учебно-методическое пособие / составители Е. А. Коротыш, Д. М. Медяк. — Минск : БНТУ, 2022.	URL: https://e.lanbook.com/book/325625 (дата обращения: 27.05.2025). Текст : электронный.
3	Мехатроника. Инженерный подход : учебное пособие для вузов / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев, А. Г. Ишутин [и др.] ; под редакцией А. Н. Веригин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 644 с. — ISBN 978-5-507-52181-4.	URL: https://e.lanbook.com/book/439847 (дата обращения: 27.05.2025). 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 системы «Консультант Плюс», «Гарант»;

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

Электронная библиотека УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте (<https://umczdt.ru/books/>).

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

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер);

Операционная система Microsoft Windows;

Microsoft Office;

OpenSim;

CopelliaSim;

VS Code.

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 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.А. Кочурков

заведующий кафедрой, доцент, к.н.
кафедры «Робототехнические и
технологические комплексы на
транспорте»

П.А. Григорьев

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС

П.А. Григорьев

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин