

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
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: 01.06.2025

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-6 - Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий;

ПК-1 - Способен осуществлять разработку конструкторской документации на специализированное оборудование мехатронных и робототехнических систем.

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 4 з.е. (144 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	
		№3	№4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	48	32
В том числе:			
Занятия лекционного типа	32	16	16
Занятия семинарского типа	48	32	16

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 64 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	Выполнение расчетно-графической работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	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	Горбенко, Т. И. Основы мехатроники и робототехники : учебное пособие / Т. И. Горбенко, М. В. Горбенко. — Томск : ТГУ, 2012.	URL: https://e.lanbook.com/book/44908 (дата обращения: 27.05.2025) Текст : электронный.
2	Лесков, А. Г. Кинематика и динамика исполнительных механизмов манипуляционных роботов : учебное пособие / А. Г. Лесков, К. В. Бажинова, Е. В. Селиверстова. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 104 с. — ISBN 978-5-7038-4752-7.	URL: https://e.lanbook.com/book/103405 (дата обращения: 27.05.2025). Текст : электронный.
3	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.
4	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.
5	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/>);

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>);

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 3, 4 семестрах.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

менеджер

А.А. Кочурков

заведующий кафедрой, доцент, к.н.
кафедры «Наземные транспортно-
технологические средства»

П.А. Григорьев

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС

П.А. Григорьев

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин