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 - программа бакалавриата
по направлению подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Проектирование роботизированных комплексов

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 610876
Подписал: заведующий кафедрой Григорьев Павел Александрович
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- получение теоретических и практических знаний в области проектирования РТК;

- ознакомление студентов с современными концепциями построения и применения РТК.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- изучение вопросов анализа существующих процессов с целью определения варианта их роботизации

- изучение алгоритмов проектирования РТК;

- формирование навыков разработки геометрической компоновки;

- формирование навыков разработки технического задания и технического предложения на создание РТК.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-3 - Способен разрабатывать электронные устройства мехатронных и робототехнических систем.

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

Знать:

- классификацию узлов мехатронных модулей и роботов;

- основы проектирования РТК и стадии разработки;

- кинематическую точность механизмов и их надежность.

Уметь:

- конструировать механизмы, узлы и детали мехатронных модулей и роботов;

- производить расчеты на прочность роботов.

Владеть:

- методами конструирования новых мехатронных и робототехнических систем;

- оценивать результаты аналитического конструирования.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 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	
		№6	№7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	144	64	80
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	80	32	48

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 72 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	Сущность системного подхода к проектированию РТС. Рассматриваемые вопросы: - принципы декомпозиции и агрегатирования; - РТС как система; - модель состава; - функции элементов системы.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	Основные особенности и принципы построения робототехнических систем. Рассматриваемые вопросы: - два варианта постановки задач роботизации; - технико-экономическое обоснование необходимости производственных процессов; - карта технологического процесса.
3	Иерархическая структура системы управления. Рассматриваемые вопросы: - диспетчеризация и индивидуальное программирование; - расчет циклограммы работы элементов РТС; - разработка алгоритмов функционирования РТС.
4	Алгоритмы расчета геометрической компоновки робототехнической системы. Рассматриваемые вопросы: - варианты типовых компоновок; - состав и архитектура промышленных РТС; - алгоритмы формирования проектных решений по робототехнической системе; - анализ вектора выходных показателей; - робот в структуре РТС; - обоснование выбора варианта ПР; - расчет и выбор основного и вспомогательного технологического оборудования; - разработка и выбор транспортно-технологических и структурно-компоновочных схем.
5	Области применения роботизированных комплексов. Рассматриваемые вопросы: - особенности построения РТК в различных отраслях промышленности.
6	Матричные преобразования для манипулятора Рассматриваемые вопросы: - классические матричные преобразования - однородные матричные преобразования - преобразования Денавита-Хартенберга - матрица Якоби
7	Технологии роботизированного производства. Рассматриваемые вопросы: - технологические процессы; - особенности проектирования технологических процессов в условиях автоматизированного производства; - основные принципы построения технологии механической обработки в автоматизированных производственных системах
8	Роботизированные системы. Рассматриваемые вопросы: - технологическое оборудование и принципы построения производственных систем; - автоматизация технологических операций с использованием промышленных роботов; - расчет производительности.
9	Программируемые логические контроллеры. Рассматриваемые вопросы: - программируемые логические контроллеры в автоматизации технологических процессов; - САПР технологических процессов (CALS-технологии).
10	Ввод в эксплуатацию роботизированных ячеек Рассматриваемые вопросы: - юстировка робота; - калибровка инструмента;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- калибровка базы; - настройка периферийного оборудования.
11	Способы обучения промышленного робота. Рассматриваемые вопросы: - обучение «playback»; - обучение «teach-in», - симуляция работы роботизированной ячейки в графической среде разработки.
12	Проектирование оснастки (CAD-системы) Рассматриваемые вопросы: - обзор технологической оснастки, применяемой в робототехнике - проектирование технологической оснастки
13	Расчет технологической оснастки роботизированных ячеек (CAE-системы) Рассматриваемые вопросы: - виды технологической оснастки для промышленного робота; - проектирование технологической оснастки для промышленного робота.
14	Изготовление технологической оснастки роботизированных ячеек (CAM-системы) Рассматриваемые вопросы: - проект изготовления технологической оснастки; - генерация управляющей программы для изготовления технологической оснастки.
15	Роботизация процессов сварки и резки. Рассматриваемые вопросы: - обзор технологии сварки; - обзор технологии резки; - роботизация сварки; - роботизация резки.
16	Роботизация процессов нанесения слоя материала. Рассматриваемые вопросы: - обзор технологии 3D-печати: - обзор технологии наплавки; - обзор технологии покраски; - роботизация 3D-печати, наплавки, покраски.
17	Роботизация процессов удаления слоя материала. Рассматриваемые вопросы: - роботизация фрезеровки, шлифования, полировки.
18	Роботизация обслуживания станков. Рассматриваемые вопросы: - роботизация обслуживания токарного станка; - роботизация обслуживания листогибочного станка; - роботизация обслуживания пресса.
19	Проектирование цепи безопасности. Рассматриваемые вопросы: - устройства безопасности; - интерфейс робота для подключения устройств безопасности.
20	Моделирование роботизированных ячеек. Рассматриваемые вопросы: - создание модели роботизированной ячейки; - проверка против столкновений; - проверка досягаемости; - генерация кода.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
21	Язык программирования KRL и ПЛК. Введение Рассматриваемые вопросы: - программные конструкции языков стандарта МЭК 61131-3; - программирование движений рабочего органа; - условный оператор и оператор множественного выбора.
22	Язык программирования KRL и ПЛК. Рассматриваемые вопросы: - циклы и ожидания; - входы и выходы системы управления KRC4; - подпрограммы, функции и прерывания; - сообщения, таймеры, флаги.
23	Язык программирования Rapid и ПЛК. Введение Рассматриваемые вопросы: - программные конструкции языков стандарта МЭК 61131-3; - программирование движений рабочего органа; - условный оператор и оператор множественного выбора.
24	Язык программирования Rapid и ПЛК. Рассматриваемые вопросы: - циклы и ожидания; - входы и выходы системы управления IRC5; - подпрограммы, функции и прерывания; - сообщения, таймеры, флаги.
25	Проектирование электрических схем роботизированных ячеек В результате практического задания рассматриваются: - разработка принципиальных электрических схем; - выбор электроаппаратов
26	Проектирование пневматических схем роботизированных ячеек В результате практического задания рассматриваются: - разработка принципиальных пневматических схем; - выбор пневмоаппаратов
27	Мобильные роботы Рассматриваемые вопросы: - конструкции мобильных роботов - применения мобильных роботов - системы навигации на основе SLAM
28	Моделирование работы мобильных роботов Рассматриваемые вопросы: - работа в фреймворке ROS2 - моделирование работы мобильных роботов в Gazebo и Rviz
29	Дроны Рассматриваемые вопросы: - конструкции наземных, летающих, надводных, подводных роботов - применения дронов
30	Моделирование работы дронов Рассматриваемые вопросы: - работа в фреймворке ROS2 - моделирование работы дронов в Gazebo и Rviz
31	Техническое обслуживание роботизированной ячейки Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- виды и объемы работ при техническом обслуживании манипулятора робота; - виды и объемы работ при техническом обслуживании шкафа управления робота.
32	Ремонт и утилизация роботизированных ячеек Рассматриваемые вопросы: - система ремонта промышленных роботов.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Построение циклограммы работы учебного РТК. В ходе выполнения лабораторной работы изучается различные циклограммы работы РТК.
2	Имитационная модель учебного РТК. В результате выполнения лабораторной работы изучается конструкция учебного РТК.
3	Сравнение вариантов имитационных моделей позиционных ПР. В результате выполнения лабораторной работы изучаются варианты имитационных моделей позиционных РТК.
4	Исследование имитационной модели РТК. В результате выполнения лабораторной работы изучаются характеристики имитационной модели РТК.
5	Моделирование роботизированной ячейки. В результате выполнения лабораторной работы изучаются способы моделирования в RoboDK.
6	Моделирование работы захватного устройства. В результате выполнения лабораторной работы изучаются способы моделирования в CoppeliaSim.
7	Моделирование работы промышленного робота. В результате выполнения лабораторной работы изучаются способы моделирования в CoppeliaSim.
8	Моделирование работы мобильного робота. В результате выполнения лабораторной работы изучаются способы моделирования в CoppeliaSim.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Проектирование непрерывных регуляторов в мехатронных системах. В ходе выполнения практической работы изучается непрерывные регуляторы РТК.
2	Расчет компоновки робототехнической системы В результате выполнения практической работы изучаются варианты типовых компоновок.
3	Применение классических матричных преобразования для манипулятора В результате выполнения практической работы изучается метод создания программы для расчета положения центральной точки инструмента с помощью классических матричных преобразований.
4	Применение однородных матричных преобразования для манипулятора В результате выполнения практической работы изучается метод создания программы для расчета положения центральной точки инструмента с помощью однородных матричных преобразований.
5	Применение преобразования Денавита-Хартенберга для манипулятора В результате выполнения практической работы изучается метод создания программы для расчета положения центральной точки инструмента с помощью преобразований Денавита-Хартенберга.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
6	Применение матрицы Якоби для манипулятора В результате выполнения практической работы изучается метод создания программы для расчета связи скорости рабочего инструмента и скоростей звеньев с помощью матрицы Якоби.
7	Моделирование роботизированной ячейки В результате выполнения лабораторной работы изучаются способы моделирования в RoboDK
8	Моделирование работы захватного устройства В результате выполнения лабораторной работы изучаются способы моделирования в CoppeliaSim
9	Моделирование работы промышленного робота В результате выполнения лабораторной работы изучаются способы моделирования в CoppeliaSim
10	Моделирование работы мобильного робота В результате выполнения лабораторной работы изучаются способы моделирования в CoppeliaSim
11	Проектирование непрерывных регуляторов в мехатронных системах. В ходе выполнения практической работы изучается непрерывные регуляторы РТК.
12	Математическое описание, структурные схемы и модели шагового двигателя. В результате выполнения практической работы изучается двигатели постоянного тока.
13	Математическое описание, структурные схемы и модели синхронного двигателя с постоянными магнитами. В результате выполнения практической работы изучается синхронные двигатели с постоянными магнитами.
14	Математическое описание, структурные схемы и модели асинхронного двигателя. В результате выполнения практической работы изучается асинхронные двигатели.
15	Математическое описание, структурные схемы и модели бесколлекторного двигателя постоянного тока. В результате выполнения практической работы изучается бесколлекторные двигатели постоянного тока.
16	Проектирование звена манипулятора. В результате выполнения практической работы изучаются варианты проектирования модели звена РТК.
17	Синтез регуляторов звена манипулятора. В результате выполнения практической работы изучаются синтез регуляторов.
18	Цепь безопасности роботизированной ячейки. В результате выполнения практической работы изучаются способы проектирования цепи безопасности роботизированной ячейки.
19	Программирование реле безопасности. В результате выполнения практической работы изучаются способы программирования и схемы подключения реле безопасности для работы в схеме роботизированной ячейки.
20	Программирование ПЛК безопасности. В результате выполнения практической работы изучаются способы программирования и схемы подключения ПЛК безопасности для работы в схеме роботизированной ячейки.
21	Выполнение практического задания по управлению роботом KUKA с помощью пульта SMARTPAD В результате выполнения задания практического занятия приобретаются навыки управления роботом в различных режимах
22	Выполнение практического задания по управлению роботом KUKA в универсальной системе координат В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются системы координат роботов

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
23	Юстировка робота KUKA В результате выполнения задания практического занятия рассматривается юстировка робота и способ ее проведения
24	Калибровка инструмента и управление роботом KUKA в системе координат инструмента В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются способы калибровки инструмента и базы
25	Изучение сингулярных положений робота KUKA В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются условия, при которых возникают сингулярные положения, и способы их устранения
26	Выполнение практического задания по программированию сложных траекторий для робота KUKA В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются методы программирования сложных траекторий с помощью сплайнов
27	Выполнение практического задания по программированию движений с помощью функций для робота KUKA В результате выполнения задания практического занятия рассматривается способ создания программ для робота с помощью функций
28	Выполнение практического задания по программированию движений с помощью циклов для робота KUKA В результате выполнения задания практического занятия рассматривается способ создания программ для робота с помощью циклов
29	Выполнение практического задания по управлению роботом ABB с помощью пульта FlexPendant В результате выполнения задания практического занятия рассматривается управление роботом в режимах T1, T2, AUT
30	Юстировка робота ABB В результате выполнения задания практического занятия рассматривается юстировка робота и способ ее проведения
31	Калибровка инструмента и управление роботом ABB в системе координат инструмента В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются способы калибровки инструмента и базы
32	Изучение сингулярных положений робота ABB В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются условия, при которых возникают сингулярные положения, и способы их устранения
33	Выполнение практического задания по программированию сложных траекторий для робота ABB В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются методы программирования сложных траекторий с помощью сплайнов
34	Выполнение практического задания по программированию движений с помощью функций для робота ABB В результате выполнения задания практического занятия рассматривается способ создания программ для робота с помощью функций
35	Выполнение практического задания по программированиюдвижений с помощью циклов для робота ABB

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате выполнения задания практического занятия рассматривается способ создания программ для робота с помощью циклов
36	Проектирование привода для мобильного робота В результате выполнения задания практического занятия рассматривается проектирование приводов мобильного робота.
37	Моделирование работы мобильных роботов в Gazebo и Rviz В результате выполнения задания практического занятия приобретаются навыки моделирования работы мобильных роботов в Gazebo и Rviz
38	Моделирование работы летающих роботов в Gazebo и Rviz В результате выполнения задания практического занятия приобретаются навыки моделирования работы летающих роботов в Gazebo и Rviz
39	Моделирование работы надводных роботов в Gazebo и Rviz В результате выполнения задания практического занятия приобретаются навыки моделирования работы надводных роботов в Gazebo и Rviz
40	Моделирование работы подводных роботов в Gazebo и Rviz В результате выполнения задания практического занятия приобретаются навыки моделирования работы подводных роботов в Gazebo и Rviz

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Курсовой проект выполняется по вариантам (в соответствии с исходными данными) по одной из нижепреведенных тем:

1. Разработка проекта роботизации дуговой сварки.

2. Разработка проекта роботизации наплавки.

3. Разработка проекта роботизации обслуживания листогибочного станка.

4. Разработка проекта роботизации паллетирования.

5. Разработка проекта роботизации контактной сварки.

6. Разработка проекта роботизации обслуживания пресса.

7. Разработка проекта роботизации покраски.

8. Разработка проекта роботизации завинчивания.

9. Разработка проекта роботизации сборки.

10. Разработка проекта роботизации фрезерования.

11. Разработка проекта роботизации шлифования и полирования.

12. Разработка проекта роботизации обслуживания токарного станка.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5.	URL: https://e.lanbook.com/book/210764 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
2	Герман-Галкин, С. Г. Модельное проектирование мехатронных модулей SimInTech / С. Г. Герман-Галкин, Б. А. Карташов, С. Н. Литвинов ; под общей редакцией А. Н. Петухова. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 494 с. — ISBN 978-5-97060-693-3.	URL: https://e.lanbook.com/book/190723 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
3	Андрейкин, П. В. Теория проектирования мехатронных устройств : учебное пособие / П. В. Андрейкин, А. В. Зезекало, И. Ш. Исаев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 2 — 2014. — 104 с. — ISBN 978-5-7038-3758-0.	URL: https://e.lanbook.com/book/52274 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
4	Титенок, А. В. Основы робототехники : учебное пособие / А. В. Титенок. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 236 с. — ISBN 978-5-9729-0872-1.	URL: https://e.lanbook.com/book/281237 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
5	Чмиль, В. П. Теория механизмов и машин : учебно-методическое пособие / В. П. Чмиль. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-1222-8.	URL: https://e.lanbook.com/book/209816 (дата обращения: 21.04.2023). - 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 «Консультант Плюс» (http://www.consultant.ru/)

«Гарант» (http://www.garant.ru/)

Главная книга (https://glavkniga.ru/)

Электронно-библиотечная система издательства (http://e.lanbook.com/)

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

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

Microsoft Office (Word, PowerPoint), SimInTech.

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

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET.
2. Программное обеспечение для создания текстовых и графических документов, презентаций.
3. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

Курсовой проект в 7 семестре.

Экзамен в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры «Наземные транспортно-технологические средства» А.В. Мишин

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

Согласовано:

Заведующий кафедрой РиТКнТ П.А. Григорьев

Председатель учебно-методической комиссии Н.А. Андриянова