

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
специализированного высшего образования
по направлению подготовки
15.04.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цифровые двойники роботизированных систем

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Роботы и робототехнические системы

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: 05.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование у обучающихся знаний о принципах построения и применения цифровых двойников робототехнических комплексов;
- освоение методов цифрового моделирования, анализа и виртуальной отработки режимов функционирования робототехнических систем;
- приобретение практических навыков использования цифровых моделей для сопровождения проектирования, испытаний и эксплуатации робототехнических комплексов.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- изучение понятийного аппарата, структуры и функций цифровых двойников технических систем;
- освоение методов построения математических, имитационных и информационных моделей робототехнических комплексов;
- формирование умений выполнять виртуальные эксперименты, анализировать результаты моделирования и оценивать характеристики робототехнических комплексов;
- освоение методов подготовки технической и отчетной документации по результатам цифрового моделирования.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-3 - Способен разрабатывать цифровые двойники роботов и робототехнических систем, строить и верифицировать математические и компьютерные модели их рабочих процессов и использовать их для оптимизации проектных решений.

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

Знать:

- основные подходы к построению цифровых двойников робототехнических комплексов;
- методы математического, кинематического, динамического и имитационного моделирования робототехнических систем;
- структуру данных и способы интеграции цифровой модели с системами управления и источниками информации;

- принципы верификации, валидации и оценки адекватности цифровой модели;

- современные программные средства цифрового проектирования и моделирования робототехнических комплексов.

Уметь:

- разрабатывать цифровые модели робототехнических комплексов в соответствии с поставленной задачей;

- выполнять настройку параметров модели и проводить виртуальные эксперименты;

- анализировать результаты моделирования и обосновывать проектные решения;

- использовать специализированное программное обеспечение для визуализации и анализа цифрового двойника;

- оформлять отчетные материалы по результатам моделирования.

Владеть:

- навыками построения цифровых моделей робототехнических систем;

- навыками использования средств цифрового моделирования и инженерного анализа;

- навыками проведения вычислительных экспериментов и обработки их результатов;

- навыками подготовки технической и презентационной документации;

- навыками применения цифровых двойников для анализа и совершенствования робототехнических комплексов.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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 №4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	42	42
В том числе:		
Занятия лекционного типа	14	14

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 138 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	<p>Понятие цифрового двойника робототехнического комплекса. Цели и области применения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие цифрового двойника и его основные признаки; - отличие цифрового двойника от цифровой модели и компьютерной симуляции; - цели применения цифровых двойников в робототехнике; - области применения цифровых двойников робототехнических комплексов; - основные преимущества использования цифровых двойников при проектировании и эксплуатации.
2	<p>Место цифрового двойника в жизненном цикле робототехнической системы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - этапы жизненного цикла робототехнического комплекса; - роль цифрового двойника на стадиях проектирования, испытаний и эксплуатации; - использование цифрового двойника на этапе модернизации робототехнической системы; - связь цифрового двойника с проектной и эксплуатационной документацией; - значение цифрового двойника для сопровождения технической системы на протяжении жизненного цикла.
3	<p>Архитектура цифрового двойника робототехнического комплекса.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные подсистемы цифрового двойника; - структура цифрового представления робототехнического комплекса; - взаимосвязь расчетной, информационной и визуализационной составляющих; - роль программных и аппаратных компонентов в архитектуре цифрового двойника; - требования к структурной организации цифрового двойника.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
4	<p>Математические модели в составе цифрового двойника.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие математической модели робототехнической системы; - основные виды математических моделей, применяемых в цифровых двойниках; - состав параметров математической модели; - использование математической модели для анализа поведения системы; - ограничения и допущения при построении математической модели.
5	<p>Кинематическое моделирование робототехнических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение кинематической модели робототехнического комплекса; - основные параметры кинематической схемы; - описание движения звеньев и рабочих органов; - анализ траекторий и зон досягаемости в кинематической модели; - использование кинематического моделирования при разработке цифрового двойника.
6	<p>Динамическое моделирование робототехнических комплексов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение динамической модели робототехнической системы; - силы, моменты и инерционные характеристики в динамической модели; - учет нагрузок и внешних воздействий в модели; - анализ поведения робототехнического комплекса в различных режимах работы; - использование динамического моделирования при виртуальных испытаниях.
7	<p>Информационная модель и источники данных цифрового двойника.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие информационной модели цифрового двойника; - структура данных цифрового двойника робототехнического комплекса; - основные источники данных для цифрового двойника; - требования к качеству и актуальности данных; - интеграция данных реального объекта с цифровой моделью.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Построение структурной схемы цифрового двойника.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы обучающиеся учатся выделять основные подсистемы и связи между ними.</p>
2	<p>Разработка кинематической модели робототехнического комплекса.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы обучающиеся учатся описывать кинематические параметры и движение звеньев.</p>
3	<p>Разработка динамической модели робототехнического комплекса.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы обучающиеся учатся учитывать силы, моменты и инерционные характеристики.</p>
4	<p>Интеграция сенсорных данных и параметров управления в цифровую модель.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы обучающиеся учатся связывать модель с источниками данных и параметрами функционирования.</p>
5	<p>Виртуальные испытания и анализ режимов работы цифрового двойника.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы обучающиеся учатся проводить вычислительные эксперименты и интерпретировать их результаты.</p>

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Текущая подготовка к лабораторным работам
2	Изучение дополнительной литературы
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Мехатроника. Инженерный подход / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев, А. Г. Ишутин [и др.] ; под редакцией А. Н. Веригин. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 644 с. - ISBN 978-5-507-47913-9.	https://e.lanbook.com/book/366281 (дата обращения: 21.05.2026). - Текст: электронный.
2	Макаров, А. М. Исследование роботизированной ячейки на базе промышленного робота КУКА : учебное пособие / А. М. Макаров, А. К. Иванюк, С. Г. Поступаева. - Волгоград : ВолгГТУ, 2021. - 128 с. - ISBN 978-5-9948-4106-8.	https://e.lanbook.com/book/288512 (дата обращения: 21.05.2026). - Текст: электронный.
3	Фурсенко, С. Н. Автоматизация технологических процессов : учебное пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. - Минск : Новое знание, 2014. - 376 с. - ISBN 978-985-475-712-4.	https://e.lanbook.com/book/64774 (дата обращения: 21.05.2026). - 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.miiit.ru>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miiit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru>).

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

Электронно-библиотечная система Znanium (<http://znanium.ru>).

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

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Средства математического и инженерного моделирования.

CAD/CAE/CASE-системы и среды трехмерного моделирования.

Специализированные программные средства цифрового проектирования, анализа данных и визуализации результатов.

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные мультимедийным оборудованием, компьютерной техникой и специализированным программным обеспечением для моделирования робототехнических комплексов и разработки цифровых двойников.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

профессор, доцент, д.н. кафедры
«Робототехнические и
технологические комплексы на
транспорте»

К.А. Гончаров

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС

П.А. Григорьев

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин