

**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)**

**Детали мехатронных модулей роботов и их конструирование**

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: 3409  
Подписал: заведующий кафедрой Карпычев Владимир  
Александрович  
Дата: 01.06.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью изучения дисциплины является формирование предметных знаний в области современной техники и технологий, необходимых для реализации профессиональной деятельности студентов по профилю подготовки.

Задачи:

- помочь обучающемуся получить представление о сфере современных высоких технологий в области мехатроники и робототехники,
- изучения основ эргономики рабочего пространства при проектировании и конструировании мехатронных узлов и модулей,
- изучение основных деталей, узлов и модулей мехатронных устройств, принципов их функционирования и создания;
- развитие навыков командной работы;
- развитие способностей к поиску, созданию, распространению, применению новшеств для решения профессиональных задач.
- освоение навыков разработки механической и управляющей подсистемы.
- знакомство с вкладом отечественных ученых в развитие мехатроники и робототехники

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ОПК-5** - Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил;

**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:**

- классификацию механизмов, узлов и деталей мехатронных модулей и роботов;
- основы их проектирования и стадии разработки;
- преобразователи движения: реечный, зубчатый, волновой,

планетарный, червячный, винт-гайка;

- люфтовывирающие механизмы, тормозные устройства;
- кинематическую точность механизмов, их надежность.

**Уметь:**

- конструировать механизмы, узлы и детали мехатронных модулей и роботов;
- производить расчеты передач на прочность;
- рассчитывать и выбирать подшипники скольжения и качения, а также различные муфты.

**Владеть:**

- методами конструирования новых мехатронных и робототехнических систем;
- оценивать при лабораторных и натурных испытаниях результаты аналитического конструирования.

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	
		№5	№6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	48	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	32	16	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 84 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>Введение в детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- структурный и кинематический анализ механизмов;</li> <li>- понятие степени свободы механизмов и манипуляторов роботов;</li> <li>- определение степени подвижности плоского механизма;</li> <li>- динамика механизмов;</li> <li>- силы, действующие на механизм;</li> <li>- понятие о внутренних усилиях;</li> <li>- понятие о напряжениях и деформациях. метод сечений.</li> </ul>
2	<p>Соединения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- неразъемные соединения;</li> <li>- сварные соединения;</li> <li>- заклепочные соединения;</li> <li>- конструкция;</li> <li>- методика прочностного расчета;</li> <li>- разъемные соединения (резьбовые, шпоночные, шлицевые, штифтовые, профильные);</li> <li>- резьбовые соединения: классификация резьб, конструкция резьбовых деталей, области применения;</li> <li>- шпоночные и шлицевые соединения: конструкция, назначение, достоинства и недостатки. методика расчета на прочность.</li> </ul>
3	<p>Передачи</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические передачи;</li> <li>- назначение и классификация передач;</li> <li>- фрикционные и ременные передачи: назначение и классификация, области применения;</li> <li>- расчет на прочность фрикционных передач. теория гибкой нити;</li> <li>- расчет ременных передач. конструкция шкивов;</li> <li>- зубчатые передачи: классификация зубчатых передач, виды повреждений, критерии работоспособности и расчета зубчатых передач. силы, возникающие в зацеплении;</li> <li>- расчет на прочность;</li> <li>- конструкция, достоинства и недостатки планетарных передач. кинематика планетарных зубчатых передач.</li> </ul>
4	<p>Силовые приводы и исполнительные механизмы роботов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приводы механических рук роботов;</li> <li>- конструкция промышленных роботов;</li> <li>- расчет на прочность механических схватов роботов;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- конечно-элементный анализ в инженерной практике.
5	<b>Основы конструирования технических объектов и мехатронных модулей</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- цель, задачи и методы конструирования основные этапы конструирования;</li> <li>- разработка концепции технического объекта методы конструирования;</li> <li>- трудности конструирования;</li> <li>- системный подход при конструировании мехатронных модулей;</li> <li>- синергетическая интеграция при конструировании;</li> <li>- этапы конструирования основы методики конструирования мехатронных модулей;</li> <li>- техническое задание;</li> <li>- анализ взаимосвязей мехатронного модуля с внешним окружением разработка технических требований предварительное конструирование основных частей мехатронного модуля;</li> <li>- разработка вариантов эскизной компоновки мехатронного модуля;</li> <li>- конструирование с использованием систем автоматизированного проектирования;</li> <li>- типы и стадии разработки конструкторской документации.</li> </ul>
6	<b>Валы, оси и их опоры</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение валов и осей;</li> <li>- классификация валов;</li> <li>- причины поломок валов и критерии их расчета;</li> <li>- расчет валов на прочность;</li> <li>- назначение и классификация опор;</li> <li>- подшипники скольжения: конструкция, методы расчета, применяемые материалы;</li> <li>- подшипники качения;</li> <li>- методика выбора подшипников качения.</li> </ul>
7	<b>Упругие элементы</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение и классификация упругих элементов;</li> <li>- характеристика упругого элемента;</li> <li>- конструирование и расчет витой цилиндрической пружины растяжения и сжатия;</li> <li>- тарельчатые пружины, плоские пружины;</li> <li>- рессоры и амортизаторы.</li> </ul>
8	<b>Муфты механических приводов</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация муфт;</li> <li>- конструкция и расчет;</li> <li>- выбор муфт.</li> </ul>
9	<b>Корпусные детали</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструирование литых корпусов с учетом необходимости смазывания деталей;</li> <li>- основные положения теории допусков и посадок;</li> <li>- выбор типа смазки.</li> </ul>
10	<b>Надежность мехатронных модулей</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия надежности характеристики надежности;</li> <li>- безотказность;</li> <li>- надежность в период нормальной эксплуатации;</li> <li>- надежность в период постепенных отказов надежность сложных систем.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

## Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p><b>Разбор и анализ механизмов по чертежам</b></p> <p>В результате выполнения практического задания был произведен разбор и анализ механизмов по чертежам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- от механики к мехатронике;</li> <li>- мехатронные устройства;</li> <li>- классификация мехатронных модулей;</li> <li>- модули движения;</li> <li>- мехатронные модули движения;</li> <li>- состав мехатронного модуля движения;</li> <li>- интеллектуальные мехатронные модули;</li> <li>- примеры интеллектуальных мехатронных модулей.</li> </ul>
2	<p><b>Структура мехатронных модулей</b></p> <p>В результате выполнения практического задания была рассмотрена</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- компоненты мехатронных модулей;</li> <li>- структура механизмов мехатронных модулей;</li> <li>- структурный анализ механизмов мехатронных модулей;</li> <li>- структурный синтез механизмов мехатронных модулей;</li> <li>- модели мехатронных модулей;</li> <li>- критерии интеграции мехатронных модулей.</li> </ul>
3	<p><b>Зубчатые передачи как преобразователи движения</b></p> <p>В результате выполнения практического задания были получены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыки работы в системе автоматизированного проектирования при создании чертежей мехатронных элементов и модулей;</li> <li>- создания чертежей мехатронных элементов;</li> <li>- проставления необходимых размеров;</li> <li>- заполнения основных надписей.</li> </ul>
4	<p><b>Расчет преобразователей движения</b></p> <p>В результате выполнения практического задания были рассмотрены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие сведения;</li> <li>- ременные передачи;</li> <li>- цилиндрические зубчатые передачи;</li> <li>- конические зубчатые передачи;</li> <li>- червячные передачи;</li> <li>- планетарные зубчатые передачи;</li> <li>- Волновые зубчатые передачи.</li> </ul>
5	<p><b>Выбор подшипников и опор</b></p> <p>В результате выполнения практического задания были рассмотрены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение механизма;</li> <li>- основные параметры подшипников;</li> <li>- основные типы подшипников;</li> <li>- сферы применения;</li> <li>- подшипники качения: определение, устройство, классификация, достоинства и недостатки;</li> <li>- подшипники скольжения: определение, устройство, классификация, достоинства и недостатки.</li> </ul>
6	<p><b>Расчет направляющих линейного перемещения</b></p> <p>В результате выполнения практического задания были рассмотрены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие сведения;</li> <li>- методика расчета валов, шпилек, направляющих;</li> <li>- построение эпюр изгибающих и крутящих моментов в сечениях направляющих;</li> <li>- проверка на усталостную прочность.</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
7	<p><b>Шаговые двигатели мехатронных устройств и управление ими</b></p> <p>В результате выполнения практического задания были рассмотрены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство шаговых двигателей, их особенности, характеристики, режимы работы, специфику применения в мехатронных модулях и системах;</li> <li>- подключение шаговых двигателей к управляющему микроконтроллеру, разрабатывать программы управления.</li> </ul>
8	<p><b>Серводвигатели мехатронных устройств и управление ими</b></p> <p>В результате выполнения практического задания были рассмотрены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство серводвигателя и систему управления им;</li> <li>- принципы работы и виды сервоприводов;</li> <li>- отличительные особенности сервопривода;</li> <li>- устройство сервоприводов постоянного тока;</li> <li>- принцип работы;</li> <li>- сервопривод переменного тока;</li> <li>- режимы управления.</li> </ul>
9	<p><b>Разработка алгоритма управления мехатронной системой с реакцией на данные датчиков</b></p> <p>В результате выполнения практического задания были рассмотрены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия;</li> <li>- проблемы позиционирования;</li> <li>- кинематическая точность преобразователей (цилиндрическая зубчатая передача, коническая зубчатая передача, червячная передача, волновая зубчатая передача);</li> <li>- кинематическая погрешность и мертвый ход многоступенчатых преобразователей движения.</li> </ul>
10	<p><b>Сборка модуля линейного перемещения с обратной связью</b></p> <p>В результате выполнения практического задания были рассмотрены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия надежности;</li> <li>- требования ГОСТ, чтение сборочных чертежей;</li> <li>- сборка ММ;</li> <li>- характеристики надежности;</li> <li>- безотказность;</li> <li>- надежность в период нормальной эксплуатации;</li> <li>- надежность в период постепенных отказов;</li> <li>- надежность сложных систем.</li> </ul>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

- разработка привода исполнительного механизма (по вариантам).

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Детали мехатронных модулей роботов и их конструирование Г. Б. Ургапова, Е. А. Чеканина, Н. Т. Учебное пособие Москва : РТУ МИРЭА , 2011. – 40 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/218759">https://e.lanbook.com/book/218759</a> (дата обращения: 06.05.2022) Текст : электронный
2	Детали машин и основы конструирования Чернилевский, Д. В. Учебник Москва : Машиностроение , 2022. – 672 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/218759">https://e.lanbook.com/book/218759</a> (дата обращения: 06.05.2022) Текст : электронный
3	Детали машин и основы конструирования А. Г. Мудров, А. А. Мудрова. Учебное пособие Вологда : Инфра-Инженерия , 2021. – 236 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/218759">https://e.lanbook.com/book/218759</a> (дата обращения: 06.05.2022) Текст : электронный
4	Детали машин: расчет и конструирование П. Н. Плотников, Т. А. Недошивина. Учебное пособие Екатеринбург : УрФУ , 2016. – 236 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/218759">https://e.lanbook.com/book/218759</a> (дата обращения: 06.05.2022) Текст : электронный
5	Введение в теорию механизмов и машин В. Ю. Лавров Учебное пособие Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова , 2016. – 143 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/218759">https://e.lanbook.com/book/218759</a> (дата обращения: 06.05.2022) 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) (<http://ibooks.ru/>).

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

- 1) Microsoft Internet Explorer (или другой браузер);
- 2) Операционная система Microsoft Windows;



3) Microsoft Office;

4) Система автоматизированного проектирования Компас 3D

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

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

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

Курсовой проект в 6 семестре.

Экзамен в 6 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  
«Машиноведение, проектирование,  
стандартизация и сертификация»

А.Н. Клименков

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС

А.Н. Неклюдов

Заведующий кафедрой МПСиС

В.А. Карпычев

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин