

**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 специалитета  
по специальности  
23.05.01 Наземные транспортно-технологические  
средства,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Теория проектирования манипуляционных систем НТТС**

Специальность: 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

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: 6216  
Подписал: заведующий кафедрой Неклюдов Алексей Николаевич  
Дата: 01.06.2024

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

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование знаний и умений у будущих специалистов в области анализа и синтеза типовых механизмов и их систем.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- изучение общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики, динамики типовых механизмов и их систем;
- получение математических моделей для задач проектирования механизмов и машин.

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

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

**ОПК-5** - Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов;

**ПК-1** - Способен анализировать состояние и перспективы развития средств механизации и автоматизации подъёмно-транспортных, строительных и дорожных работ, их технологического оборудования и комплексов на их базе.

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

### **Знать:**

- методы и основы анализа и синтеза типовых механизмов и систем НТТС;
- правила выполнения кинематических схем узлов и механизмов.

### **Уметь:**

- определять общие методы исследования структуры, геометрии, кинематики, динамики типовых механизмов и их систем;
- использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов.

### **Владеть:**

- навыками анализа и синтеза типовых механизмов и их систем НТТС;
- навыками чтения кинематических схем узлов и механизмов.

### 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):	80	80
В том числе:		
Занятия лекционного типа	48	48
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 28 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. Основные понятия и определения. Рассматриваемые вопросы: - основные определения и понятия ТММ; - структурная и кинематическая схема механизма;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- условные обозначения кинематических пар и звеньев;</li> <li>- классификация механизмов;</li> <li>- степень подвижности механизмов;</li> <li>- структурные формулы плоских, клиновых, пространственных механизмов.</li> </ul>
2	<p><b>Структурный анализ механизмов.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- структурная классификация плоских механизмов по Ассуру-Артоболевскому;</li> <li>- группа, признаки группы;</li> <li>- виды групп плоских механизмов;</li> <li>- класс и порядок механизма, формула строения механизма.</li> </ul>
3	<p><b>Кинематическое исследование механизмов.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные задачи кинематического исследования рычажных механизмов;</li> <li>- определение положений звеньев;</li> <li>- построение траекторий точек;</li> <li>- определение скоростей и ускорений методом планов (шарнирный четырехзвенник);</li> <li>- свойства планов скоростей и ускорений;</li> <li>- графические методы кинематического исследования;</li> <li>- кинематические диаграммы перемещений, скоростей, ускорений;</li> <li>- графическое дифференцирование методом хорд;</li> <li>- кинематическое исследование кулисного механизма методом планов.</li> </ul>
4	<p><b>Зубчатые передачи. Кинематика зубчатых передач.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- кинематика простой зубчатой передачи цилиндрическими колесами;</li> <li>- кинематика ступенчатой передачи с промежуточными колесами;</li> <li>- геометрия нулевого цилиндрического колеса;</li> <li>- параметры зубчатого колеса;</li> <li>- теория зацепления двух зубчатых колес;</li> <li>- основная теорема зацепления.</li> </ul>
5	<p><b>Эвольвентная зубчатая передача.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- процесс зацепления;</li> <li>- эвольвента и ее свойства;</li> <li>- точка зацепления;</li> <li>- линия зацепления;</li> <li>- практическая и теоретическая линия зацепления;</li> <li>- рабочие профили зубьев;</li> <li>- сопряженные точки;</li> <li>- дуга зацепления, коэффициент перекрытия;</li> <li>- подрез зубьев;</li> <li>- способы ликвидации подреза зубьев;</li> <li>- методы нарезания зубьев колес с эвольвентными профилями.</li> </ul>
6	<p><b>Трение.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сила трения;</li> <li>- виды трения;</li> <li>- полезное и вредное трение;</li> <li>- сухое трение скольжения;</li> <li>- основные законы сухого трения скольжения;</li> <li>- трение скольжения в поступательной паре с горизонтальной направляющей, на наклонных направляющих (плоский и клиновой ползун);</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- трение в резьбе;</li> <li>- трение качения.</li> </ul>
7	<p><b>Динамика. Силовой расчет механизмов.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- динамика механизмов и машин;</li> <li>- силовой расчет механизмов;</li> <li>- основная задача силового расчета;</li> <li>- условие статической определенности кинематической цепи;</li> <li>- определение сил инерции и весов звеньев;</li> <li>- силовой расчет шарнирного четырехзвенника;</li> <li>- силовой расчет группы;</li> <li>- определение давлений в парах;</li> <li>- силовой расчет начального звена;</li> <li>- определение уравновешивающего усилия;</li> <li>- теорема Жуковского о жестком рычаге;</li> <li>- проверка результатов силового расчета шарнирного четырехзвенника с помощью рычага Жуковского.</li> </ul>
8	<p><b>Метод приведенных величин.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движение механизма под действием заданных сил;</li> <li>- метод приведенных величин;</li> <li>- приведенный момент сил, приведенный момент инерции механизма..</li> </ul>
9	<p><b>Уравновешивание и балансировка вращающихся масс.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- цели уравновешивания и балансировки;</li> <li>- уравновешивание вращающихся масс;</li> <li>- уравновешивание масс, находящихся в одной плоскости;</li> <li>- уравновешивание вращающихся масс, расположенных произвольно;</li> <li>- балансировка вращающихся масс;</li> <li>- уравновешивание механизмов;</li> <li>- условия уравновешенности механизма;</li> <li>- статическое уравновешивание плоского механизма с помощью противовесов;</li> <li>- статическое уравновешивание при проектировании;</li> <li>- динамическое уравновешивание при проектировании.</li> </ul>
10	<p><b>Манипуляционные системы.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация и типы манипуляторов;</li> <li>- синтез манипулятора по размерам зоны обслуживания;</li> <li>- синтез манипулятора по коэффициенту сервиса;</li> <li>- способы передачи движения через шарниры;</li> <li>- кинематика манипулятора (прямая и обратная задачи);</li> <li>- кинематика манипулятора по методу преобразования координат;</li> <li>- динамика манипуляторов.</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Степень подвижности механизмов. В ходе выполнения практического задания изучаются степени подвижности механизмов.
2	Структурный анализ механизмов. В результате выполнения практического задания студенты составляют структурные схемы механизмов и определяют класс механизмов по Ассуру-Артоболевскому.
3	Кинематическое исследование кривошипно-ползунного механизма методом планов. В результате выполнения практического задания изучается метод построения планов скоростей и ускорений для кривошипно-шатунного механизма.
4	Кинематическое исследование кривошипно-ползунного механизма методом графиков. В результате выполнения практического задания изучается метод построения графиков скоростей и ускорений для кривошипно-шатунного механизма.
5	Кинематическое исследование планетарных передач аналитическим и графическим методом. В ходе выполнения практического задания изучаются кинематические особенности планетарных передач в сравнительном варианте.
6	Геометрия зубчатого зацепления. В ходе выполнения практического задания изучается принцип построения зубчатого зацепления и формирования его геометрии.
7	Трение. В ходе выполнения практического задания изучаются различные виды сил трения и их действие на механизмы.
8	Изучение основных видов виброзащитных устройств. В результате выполнения практического задания изучаются основные виды виброзащитных устройств и оценивается их эффективность при использовании в механизмах.
9	Синтез кулачковых механизмов. В результате выполнения практического занятия студенты учатся осуществлять уравнивание механической системы с вращающимися массами по заданным условиям.
10	Уравнивание вращающихся масс. В результате выполнения практического занятия студенты учатся осуществлять уравнивание шарнирных систем на примере четырехзвенника методом введения противовесов.
11	Уравнивание шарнирных систем. В результате выполнения практического занятия студенты учатся осуществлять уравнивание шарнирных систем на примере четырехзвенника методом введения противовесов.

#### 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 предусматривает решение ряда задач: динамика машинного агрегата, динамический анализ основного исполнительного механизма машины.

Тематика проектов (по вариантам):

1. Силовой расчёт механизма холодновысадочного аппарата;
2. Проектирование привода к конвейеру для сортировки;
3. Проектирование и исследование механизма привода качающегося конвейера;
4. Проектирование и исследование механизма компрессора;
5. Проектирование привода поворота КМУ;
6. Проектирование и исследование механизма изменения вылета стрелы;
7. Проектирование и исследование механизма подъема стреловой системы;
8. Проектирование и исследование механизма передвижения манипуляторов, работающих на слабых грунтах;
9. Проектирование привода передвижения кранов;
10. Проектирование и исследование механизма рабочего органа манипулятора.

Применяемая в данном случае методика курсового проектирования предполагает предварительное выполнение ряда работ, связанных с анализом исходных данных, исследованием строения механизмов и машины, структурным и геометрическим синтезом механизма, подготовкой алгоритмов и контрольными расчетами.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки, выполняемой на листах формата А4, и графической части на трех листах формата А1.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Лагерев, А. В. Нагруженность подъемно-транспортной техники / А. В. Лагерев. – Брянск : Брянский государственный технический университет, 2010. – 180 с. – ISBN 978-5-89838-497-5.	URL: <a href="https://zenodo.org/record/1306614#.Y2fpR0zP1PY">https://zenodo.org/record/1306614#.Y2fpR0zP1PY</a> (дата обращения: 11.03.2023). - Текст: электронный.
2	Тимофеев, Г. А. Теория механизмов и	URL: <a href="https://urait.ru/bcode/488589">https://urait.ru/bcode/488589</a> (дата

	машин : учебник и практикум для вузов / Г. А. Тимофеев. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 432 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12245-9.	обращения: 11.03.2023). - Текст: электронный.
3	Леонов, И. В. Теория механизмов и машин. Основы проектирования по динамическим критериям и показателям экономичности : учебник для вузов / И. В. Леонов, Д. И. Леонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 239 с.	URL: <a href="https://urait.ru/bcode/488587">https://urait.ru/bcode/488587</a> (дата обращения: 11.03.2023). - Текст: электронный.
4	Поезжаева, Е. В. Теория механизмов и механика систем машин : учебное пособие / Е. В. Поезжаева. — Пермь : ПНИПУ, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-398-01369-6.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160590">https://e.lanbook.com/book/160590</a> (дата обращения: 11.03.2023). - Текст: электронный.
5	Борисенко, Л. А. Теория механизмов, машин и манипуляторов : учебное пособие / Л. А. Борисенко. — Минск : Новое знание, 2011. — 285 с. — ISBN 978-985-475-430-7.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/2919">https://e.lanbook.com/book/2919</a> (дата обращения: 11.03.2023). - Текст: электронный.
6	Проектирование технологических машин : учебное пособие / Б. Ф. Зюзин, А. И. Жигульская, С. Д. Семеенков, В. М. Шпынев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Тверь : ТвГТУ, 2020. — 112 с. — ISBN 978-5-7995-1112-8.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/171309">https://e.lanbook.com/book/171309</a> (дата обращения: 11.03.2023). - 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/>),

«Техэксперт» — справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию (<https://docs.cntd.ru/>)

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>)



Электронно-библиотечная система издательства (<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).

Microsoft Office (Word, Excel); АСКОН КОМПАС 3D.

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

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключенным к сетям INTERNET. Программное обеспечение для создания текстовых и графических документов, презентаций.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Для проведения тестирования: компьютерный класс.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 5 семестре.

Экзамен в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

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

А.Н. Неклюдов

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин