



**ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН**

Для направлений 550000 - технические науки:

- | | |
|---|--|
| 550100 - Строительство | 551900 - Опотехника |
| 550200 - Автоматизация и управление | 552000 - Эксплуатация авиационной и космической техники |
| 550300 - Полиграфия | 552100 - Эксплуатация транспортных средств |
| 550500 - Metallургия | 552300 - Геодезия |
| 550600 - Горное дело | 552400 - Технология продуктов питания |
| 550900 - Теплоэнергетика | 552600 - Кораблестроение и океанотехника |
| 551000 - Авиа-и ракетостроение | 552700 - Энергомашиностроение |
| 551200 - Технология изделий текстильной и легкой промышленности | 552800 - Информатика и вычислительная техника |
| 551300 - Электротехника, электромеханика и электротехнологии | 552900 - Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств |
| 551400 - Наземные транспортные системы | 553200 - Геология и разведка полезных ископаемых |
| 551500 - Приборостроение | 553300 - Прикладная механика |
| 551700 - Электроэнергетика | 553600 - Нефтегазовое дело |
| 551800 - Технологические машины и оборудование | |

Издание официальное

Государственный комитет Российской Федерации
по высшему образованию

*

Москва

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

Одобрена научно-методическим советом по теории механизмов и машин
Председатель
К.В.Фролов
Составлена в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по указанным направлениям.
Утверждаю:
Начальник Главного управления образовательно-профессиональных программ и технологий

Ю.Г.Татур

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Для направлений 550000 - технические науки:

- | | |
|---|--|
| 550100 - Строительство | 551900 - Опотехника |
| 550200 - Автоматизация и управление | 552000 - Эксплуатация авиационной и космической техники |
| 550300 - Полиграфия | 552100 - Эксплуатация транспортных средств |
| 550500 - Metallургия | 552300 - Геодезия |
| 550600 - Горное дело | 552400 - Технология продуктов питания |
| 550900 - Теплоэнергетика | 552600 - Кораблестроение и океанотехника |
| 551000 - Авиа-и ракетостроение | 552700 - Энергомашиностроение |
| 551200 - Технология изделий текстильной и легкой промышленности | 552800 - Информатика и вычислительная техника |
| 551300 - Электротехника, и электротехнологии | 552900 - Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств |
| 551400 - Наземные транспортные системы | 553200 - Геология и разведка полезных ископаемых |
| 551500 - Приборостроение | 553300 - Прикладная механика |
| 551700 - Электроэнергетика | 553600 - Нефтегазовое дело |
| 551800 - Технологические машины и оборудование | |

Москва 1996г

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Для направлений 550000 - технические науки:

- | | |
|---|--|
| 550100 - Строительство | 551900 - Опотехника |
| 550200 - Автоматизация и управление | 552000 - Эксплуатация авиационной и космической техники |
| 550300 - Полиграфия | 552100 - Эксплуатация транспортных средств |
| 550500 - Metallургия | 552300 - Геодезия |
| 550600 - Горное дело | 552400 - Технология продуктов питания |
| 550900 - Теплоэнергетика | 552600 - Кораблестроение и океанотехника |
| 551000 - Авиа-и ракетостроение | 552700 - Энергомашиностроение |
| 551200 - Технология изделий текстильной и легкой промышленности | 552800 - Информатика и вычислительная техника |
| 551300 - Электротехника, и электротехнологии | 552900 - Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств |
| 551400 - Наземные транспортные системы | 553200 - Геология и разведка полезных ископаемых |
| 551500 - Приборостроение | 553300 - Прикладная механика |
| 551700 - Электроэнергетика | 553600 - Нефтегазовое дело |
| 551800 - Технологические машины и оборудование | |

1. ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина "Теория механизмов и машин" (ТММ) является одной из основных дисциплин общинженерного цикла, фундаментальной дисциплиной в подготовке бакалавра. Бакалавр любой специальности должен обладать знанием общих методов исследования и проектирования механизмов машин и приборов.

Цель дисциплины "Теория механизмов и машин" - обеспечить будущим бакалаврам знание общих методов исследования и проектирования схем механизмов, необходимых для создания машин, приборов, автоматических устройств и комплексов, отвечающих современным требованиям эффективности, точности, надежности и

экономичности.

Задачи дисциплины "Теория механизмов и машин" - дать знания о кинематических и динамических характеристиках механизмов с жесткими и упругими звеньями и управляемых кинематических цепей, знания о методах определения параметров механизмов по требуемым условиям, методам виброзащиты человека и машины, знания об управлении движением механизмов и машин.

"Теория механизмов и машин" опирается на следующие учебные дисциплины: высшая математика, физика, теоретическая механика, вычислительная техника и программирование. Знания и навыки, приобретаемые студентами при изучении дисциплины "Теория механизмов и машин", необходимы при освоении последующих общинженерных дисциплин (детали машин и приборов, технология машиностроения, взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения, основы автоматизированного проектирования и пр.) и профилирующих дисциплин.

Дисциплина ТММ обеспечивает, наряду с другими общинженерными дисциплинами, преимущественность знаний при переходе от общенаучных к профилирующим учебным дисциплинам.

Изучившие дисциплину ТММ должны: знать основные виды механизмов и их кинематические и динамические характеристики; понимать принципы работы отдельных механизмов и их взаимодействие в машине; уметь находить кинематические и динамические параметры заданных механизмов и машин и оптимальные параметры проектируемых механизмов по заданным кинематическим и динамическим свойствам с использованием современной вычислительной техники; быть знакомыми с современной техникой измерения кинематических и динамических параметров машин.

Данная программа реализуется в форме лекций, практических занятий, лабораторных занятий, курсового проектирования, а также в форме самостоятельной работы студентов, заключающейся в проработке материала лекционного курса, выполнении домашних заданий, подготовке к лабораторным занятиям, выполнении курсового проекта и научно-исследовательской работы студентов.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется при выполнении домашних заданий, лабораторных работ и курсового проекта. Окончательной формой контроля является защита проекта, зачеты и экзамен.

При изучении всех разделов курса на лекциях демонстрируются модели, стенды, детали и узлы механизмов и машин, плакаты, фрагменты учебных кинофильмов и используются другие технические средства обучения. При выполнении курсового проекта и на лабораторных занятиях применяются ЭВМ.

Для выполнения программы дисциплины предусматривается: минимальный объем лекций - 68 часов, практических и лабораторных работ - 34 часа и курсовой проект.

Данная примерная программа может быть использована с учетом П."4.ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ" при разработке рабочих программ подготовки инженеров по специальностям:

- 101200 - Двигатели внутреннего сгорания
- 120100 - Технология машиностроения
- 120200 - Металлорежущие станки и инструменты
- 120300 - Машины и технология литейного производства
- 120700 - Машины и технология высокоэффективных процессов обработки
- 130200 - Авиационные двигатели и энергетические установки
- 130300 - Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей
- 130400 - Ракетные двигатели
- 131300 - Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов
- 140200 - Судовые энергетические установки
- 140300 - Судовое энергетическое оборудование
- 150100 - Автомобиле- и тракторостроение
- 150200 - Автомобили и автомобильное хозяйство
- 170100 - Горные машины и оборудование
- 170200 - Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
- 170300 - Металлургические машины и оборудование
- 170400 - Машины и оборудование лесного комплекса
- 170500 - Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов
- 170600 - Машины и аппараты пищевых производств
- 170700 - Машины и аппараты текстильной и легкой промышленности
- 170800 - Полиграфические машины и автоматизи-

- рованные комплексы
- 170900 - Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование
 - 171000 - Сельскохозяйственные машины и оборудование
 - 190100 - Приборостроение
 - 190200 - Приборы и методы контроля качества и диагностики
 - 190300 - Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы
 - 210300 - Роботы и робототехнические системы

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Введение

Основные задачи машиностроения в области создания новых машин и механизмов, автоматизации и механизации производственных процессов. Основные этапы развития науки о проектировании механизмов, машин и систем машин. Содержание дисциплины "Теория механизмов и машин" и ее значение для инженерного образования. Связь теории механизмов и машин с другими областями знаний.

2.2. Основные понятия теории механизмов и машин

Машина. Механизм. Звено механизма. Входные и выходные звенья механизма. Ведущие и ведомые звенья. Кинематическая пара. Классификация кинематических пар по числу степеней свободы и числу связей. Низшие и высшие пары. Кинематические цепи. Кинематические соединения.

2.3. Основные виды механизмов

Плоские и пространственные механизмы с низшими парами. Кулачковые механизмы. Зубчатые и фрикционные механизмы. Механизмы с гибкими звеньями. Волновая передача. Гидравлические и пневматические механизмы.

2.4. Структурный анализ и синтез механизмов

Обобщенные координаты механизма. Начальные звенья. Число степеней свободы механизма. Избыточные связи. Местные подвижности механизма. Проектирование структурной схемы механизма (структурный синтез механизмов). Образование плоских и пространственных механизмов путем наложения структурных групп

(групп Ассура).

2.5. Кинематический анализ механизмов

Аналоги скоростей и ускорений. Методы кинематического анализа механизмов с низшими парами: метод преобразования координат точек звеньев в матричной форме, метод замкнутого векторного контура, метод планов положений, скоростей и ускорений. Кинематический анализ фрикционных, зубчатых и волновых механизмов.

2.6. Кинетостатический анализ механизмов

Силы инерции звеньев плоских и пространственных механизмов. Условие статической определимости кинематических цепей. Кинетостатический анализ плоских и пространственных механизмов. Теорема Жуковского. Трение в кинематических парах. Цикловой и мгновенный коэффициент полезного действия (КПД) механизма. Условие самоторможения. КПД системы механизмов при параллельном и последовательном соединениях. КПД планетарных механизмов.

2.7. Динамический анализ механизмов

Характеристика сил, действующих на звенья механизмов. Динамические модели механизмов. Приведение сил и масс в плоских и пространственных механизмах. Уравнение движения механизма в форме интеграла энергии. Дифференциальное уравнение движения механизма. Уравнения движения механизмов с несколькими степенями свободы. Кинетостатический метод составления уравнений движения механизмов. Аналитические и численные методы решения уравнений движения механизмов. Установившееся движение. Определение момента инерции маховика.

2.8. Колебания в механизмах

Приведение жесткостей упругих звеньев механизма. Типовые линейные уравнения движения механизмов с постоянными коэффициентами. Динамическая передаточная функция. Устойчивость движения. Колебания в зубчатых механизмах с упругими валами и муфтами. Коэффициент динамичности.

2.9. Уравновешивание сил и масс в механизмах

Уравновешивание вращающихся звеньев. Балансировка жестких роторов. Автоматическая балансировка. Гибкие роторы. Уравновешивание масс механизма. Кулачковые и пружинные уравновешивающие механизмы.

2.10. Синтез рычажных механизмов

Постановка задачи синтеза передаточного шарнирного четырехзвенника. Вычисление трех, четырех и пяти параметров синтеза. Синтез прострактвенного передаточного четырехзвенника. Синтез плоских и пространственных механизмов по коэффициенту изменения средней скорости коромысла.

2.11. Синтез зубчатых механизмов

Основная теорема зацепления. Цилиндрическая зубчатая передача. Эвольвентное зацепление. Основные размеры зубьев. Кинематика изготовления сопряженных поверхностей зубьев цилиндрических эвольвентных зубчатых колес. Геометрический расчет зубчатой передачи при заданных смещениях. Построение картины зацепления. Проверка дополнительных условий при синтезе эвольвентного зацепления. Особенности внутреннего зацепления. Косозубые колеса. Виды гиперболоидных передач. Червячная передача. Выбор схемы планетарной передачи. Выбор числа саттелитов из условия соседства и равных углов между саттелитами. Выбор чисел зубьев в планетарных передачах. Синтез бесступенчатых передач с замкнутым дифференциалом. Планетарные коробки передач.

2.12. Синтез кулачковых механизмов

Виды кулачковых механизмов. Эквивалентные (заменяющие) механизмы. Выбор допускаемого угла давления. Определение основных размеров из условия ограничения угла давления. Определение основных размеров из условия выпуклости кулачка. Выбор закона движения ведомого звена с учетом его упругости. Определение профиля кулачка по заданному закону движения ведомого звена. Выбор радиуса ролика. Условие качения ролика. Выбор замыкающей пружины.

2.13. Основные виды систем управления движением в машинах-автоматах

Машина-автомат и автоматическая линия. Управление от копиров. Следящий привод. Числовое программное управление. Двоичный код в системах числового программного управления. Системы управления по времени. Кулачковый распределительный вал. Углы установки кулачков. Системы управления по пути.

2.14. Синтез логических (релейных) систем управления

Логические элементы машин-автоматов: отрицания, повторения, сложения, умножения. Рабочие, запрещенные и безразличные

наборы двоичных аргументов. Условия реализуемости тактограммы и определение числа элементов памяти. Таблица включений. Составление формул включения и их упрощение. Построение схемы системы управления на пневматических и электрических элементах. Многотактные и одноктактные (избирательные) системы управления.

3. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

3.1. Составление кинематических схем машин и механизмов, их структурный анализ, выявление избыточных связей.

3.2. Синтез механизмов с использованием моделей.

3.3. Основные параметры эвольвентной зубчатой передачи и их определение по результатам измерения.

3.4. Построение эвольвентных зубчатых профилей методом обкатки с помощью учебных приборов.

3.5. Экспериментальные определения скоростей, ускорений и сил в механизмах.

3.6. Применение аналоговых и цифровых вычислительных машин для решения задач анализа и синтеза механизмов.

3.7. Определение коэффициента полезного действия механизма.

3.8. Статическая и динамическая балансировка.

3.9. Уравновешивание механизмов.

3.10. Экспериментальное определение приведенного момента инерции рычажного механизма.

3.11. Определение собственных частот в механизмах.

3.12. Построение амплитудно-частотных характеристик в механизмах.

4. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ

4.1. Колебания в механизмах

4.1.1. Линейные уравнения движения механизмов

Линейные дифференциальные уравнения движения механизмов с постоянными коэффициентами. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Передаточные функции. Частотные характеристики. Критерии устойчивости движений.

4.1.2. Нелинейные уравнения движения механизмов

Метод гармонического баланса. Метод малого параметра. Ме-

тод медленно меняющихся параметров. Метод точечных преобразований. Численные и графоаналитические методы.

4.1.3. Фрикционные колебания в механизмах

Колебания, вызываемые скачком силы трения. Колебания при силах трения, зависящих от скорости скольжения.

4.1.4. Колебания в рычажных и кулачковых механизмах

Малые колебания в рычажных механизмах приборов. Колебания в кулачковом механизме при косинусоидальном законе изменения ускорения толкателя.

4.1.5. Вибрационные транспортеры

Безударные вибрационные транспортеры. Вибрационные транспортеры с подбрасыванием груза.

4.1.6. Виброизоляция

Линейный одноосный виброизолятор. Нелинейный виброизолятор. Виброизоляция при ударном воздействии. Управляемые системы виброизоляции.

4.1.7. Динамическое гашение колебаний

Пружинный динамический гаситель. Маятниковый динамический гаситель. Поглотители колебаний. Ударные гасители колебаний.

4.2. Динамика приводов

4.2.1. Электропривод механизмов

Уравнения Лагранжа-Максвелла. Характеристика электродвигателя постоянного тока с независимым (или параллельным) возбуждением. Характеристика электродвигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Характеристика асинхронного двигателя. Уравнения движения вибратора с двигателем ограниченной мощности. Приведение уравнений движения к стандартной форме по методу медленно меняющихся параметров. Исследование стационарных режимов движения. Условия прохождения через резонанс.

4.2.2. Гидропривод механизмов

Типовая схема объемного гидропривода. Уравнение движения гидравлического механизма. Характеристика насоса. Определение потерь давления в трубопроводах, клапанах и тормозных устройствах. Безразмерное уравнение движения объемного гидропровода. Синтез тормозного устройства (регулируемого дросселя) по методу наилучшего приближения. Синтез тормозного устройства по методу квадратичного приближения с использованием безразмерных

параметров.

4.2.3. Пневмопривод механизмов

Истечение газа из емкости постоянного давления. Движение газа по трубопроводу с учетом местных сопротивлений. Массовый расход газа. Функция расхода. Надкритический и подкритический режимы истечения. Приведенный коэффициент расхода. Динамика односторонних пневматических приводов. Динамика двусторонних пневматических приводов. Безразмерные уравнения движения механизмов с пневмоприводом.

4.2.4. Выбор типа приводов

Выбор характеристики движущихся сил при типовых законах измерения сил сопротивления. Сравнение постоянных времени. Минимизация расхода мощности. Условия устойчивости движения. Конструктивные ограничения. Экономическая эффективность.

4.3. Синтез рычажных механизмов

4.3.1. Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ

Этапы синтеза механизмов. Входные и выходные параметры синтеза механизма. Основные и дополнительные условия синтеза. Целевые функции (критерии оптимизации). Ограничения. Случайный поиск. Направленный поиск. Штрафные функции. Локальный и глобальный минимумы. Комбинированный поиск.

4.3.2. Синтез механизмов по методу приближения функций

Постановка задачи приближенного синтеза механизмов по Чебышеву. Приближающая функция. Выбор основного условия синтеза и дополнительных ограничений. Упрощение аналитического выражения основного условия синтеза. Взвешенная разность. Интерполирование. Обобщенные полиномы. Квадратическое приближение. Наилучшее приближение. Метод уравнивания отклонений. Выбор узлов интерполирования и точек предельного отклонения.

4.3.3. Синтез передаточных механизмов

Постановка задачи синтеза передаточного шарнирного четырехзвенника. Аналитическое выражение взвешенной разности. Вычисление трех параметров синтеза по методам интерполирования, наилучшего и квадратического приближений. Вычисление четырех и пяти параметров синтеза с использованием особенностей способа Лагранжа. Синтез пространственного передаточного четырехзвенника.

4.3.4. Синтез механизмов по положениям звеньев

Синтез шарнирного четырехзвенника по двум, трем, четырем и пяти положениям шатуна. Синтез шарнирного четырехзвенника по заданным положениям входного и выходного звеньев. Синтез шарнирного четырехзвенника по коэффициенту изменения средней скорости коромысла. Синтез пространственного четырехзвенника с двумя вращательными и двумя сферическими парами по коэффициенту изменения средней скорости коромысла. Касательная и нормальная составляющие угла давления в пространственных механизмах.

4.3.5. Синтез направляющих механизмов

Точные направляющие механизмы. Методы синтеза приближенных направляющих механизмов: методы оптимизации, методы графического поиска и методы приближения функций. Механизмы Чебышева. Теорема Робертса. Синтез механизмов с выстоями.

5. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОДЕРЖАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

- 5.1. Динамический анализ механизмов.
- 5.2. Синтез плоских и пространственных механизмов с низшими парами.
- 5.3. Синтез механизмов с выстоями.
- 5.4. Динамический синтез механизмов по коэффициенту неравномерности хода.
- 5.5. Проектирование кинематической схемы редуктора и построение картины эвольвентного зацепления.
- 5.6. Синтез кулачковых механизмов.
- 5.7. Синтез систем управления машины-автомата по заданной циклограмме (или тактограмме).
- 5.8. Синтез систем управления адресованием изделий в машинах -автоматах.

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВМ

- 6.1. Определение положений, линейных и угловых скоростей и ускорений звеньев рычажных механизмов.
- 6.2. Расчет инерционных характеристик рычажных механиз-

мов.

- 6.3. Определение закона движения механизма под действием приложенных сил.
- 6.4. Силовой расчет механизмов.
- 6.5. Проектирование зубчатых и кулачковых механизмов.
- 6.6. Проектирование тормозного устройства гидропривода.

7. ЛИТЕРАТУРА

- 7.1. Основная
 - 7.1.1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М., Наука, 1988.
 - 7.1.2. Левитская О.Н., Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин. 2-е изд., М., Высшая школа, 1985.
 - 7.1.3. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. 2-е изд., М., Наука, 1989.
 - 7.1.4. Фролов К.В. (ред.). Теория механизмов и машин. М., Высшая школа, 1987.

- 7.2. Дополнительная
Список дополнительной литературы устанавливается кафедрой.

Программу составили:

- Левитский Н.И. - профессор Московского государственного открытого университета.
- Пантелеев С.И. - профессор Московского государственного авиационного института (технический университет) МАИ.

Ответственный редактор

- Схиртладзе А.Г. - профессор Московского государственного технологического университета "Станкин".