Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.10.2023 15:20:44
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Московский политехнический университет»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

**Т.А. Балабина, Ю.И.Бровкина, А.Н. Мамаев**

# ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по курсу

**«Теория механизмов и машин»**

Москва 2022

УДК 621.833
ББК 34.445

*Рецензент:*
*Баловнев Н.П., к.т.н., доцент кафедры «Техническая механика и компьютерное моделирование» Московского политехнического университета*

**Балабина Т.А., Бровкина Ю.И., Мамаев А.Н.**
Общие методические указания по курсу «Теория механизмов и машин» / – Москва: Московский Политех, 2022. – 21 с.

Приведена программа курса дисциплины «Теория механизмов и машин», представлены объем и содержание курсового проекта, лабораторных и контрольных работ.

Представленный материал соответствует курсу «Теории механизмов и машин», входящего в состав учебных дисциплин «Прикладная механика», «Техническая механика», «Основы проектирования машин».

Предназначено для студентов всех технических специальностей и направлений подготовки всех форм обучения.

**УДК 621.833**
**ББК 34.445**

© Балабина Т.А., Бровкина Ю.И., Мамаев А.Н., 2022

© Московский Политех, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение ..... 3

1. Рабочая программа по курсу «Теория механизмов и машин»… .....4
2. Лабораторные работы ..... 6
3. Контрольные работы .....6
4. Курсовой проект .....6

Объем и содержание курсового проекта .....7

Лист 1 «Кинематическое и силовое исследование механизма»… ..... 7

Лист 2 «Динамическое исследование механизма»… .....8

Лист 3 «Синтез эвольвентной зубчатой передачи и определение передаточного отношения планетарного механизма»…9

Лист 4 «Синтез кулачкового механизма»… .....9

Оформление курсового проекта .....9

5. Вопросы для самопроверки и подготовке к защите курсового проекта по ТММ.....11

Литература .....17

Приложение 1… .....19

Приложение 2… .....20

# ВВЕДЕНИЕ.

Курс «Теория механизмов и машин» рассматривает общие методы исследования и проектирования механизмов и машин различного назначения. Этот курс базируется на механико-математической подготовке студентов, обеспечиваемой дисциплинами «Высшая математика», «Теоретическая механика», «Физика» и является научной основой специальных курсов по отдельным видам машин.

Изучение теории механизмов и машин включает проработку теоретического материала, решение типовых задач, выполнение лабораторных и контрольных работ, а также курсового проекта по исследованию и проектированию механизмов какой-либо машины.

По курсу «Теория механизмов и машин» студент должен выполнить:

1) Контрольные работы по основным разделам курса ТММ.
2) Лабораторные работы. Тематика лабораторных работ и порядок их проведения устанавливается кафедрой «Техническая механика и компьютерное моделирование». После выполнения лабораторных работ и оформления отчетов по ним студент сдает зачет (защита) по лабораторным работам.
3) Курсовой проект. Задание на курсовой проект выдается преподавателем. Правильно выполненный и оформленный курсовой проект защищается студентом с оценкой.

К экзамену по курсу «Теория механизмов и машин» допускаются студенты, имеющие зачеты по контрольным и лабораторным работам и защитившие курсовой проект по «Теории механизмов и машин».

В предлагаемые методические указания входят: рабочая программа по курсу «Теория механизмов и машин», перечень лабораторных и контрольных работ, содержание курсового проекта, оформление проекта и расчетно-пояснительной записки к нему, вопросы для самопроверки при подготовке к защите курсового проекта, перечень рекомендуемой литературы.

## 1. Рабочая программа по курсу «Теория механизмов и машин».

Введение. ТММ – научная основа при создании новых машин и механизмов. Основные задачи и понятия ТММ (машина, механизм). Основные этапы развития науки о проектировании механизмов и машин. Содержание дисциплины «Теория механизмов и машин» и ее значение для инженерного образования. Связь теории механизмов и машин с другими областями знаний, с общетеоретическими и специальными дисциплинами. Основные задачи учебной дисциплины.

Структура механизмов. Звено, кинематическая пара, классификация кинематических пар. Структурные формулы для определения числа степеней свободы механизмов. Пассивные (избыточные) связи и лишние степени свободы.

Кинематическая цепь и кинематическое соединение. Структура плоских рычажных механизмов по Асуру, условие группы Ассура, разновидности групп Ассура.

Основные виды рычажных механизмов: кривошипно-коромысловый, кривошипно-кулисный, кривошипно-ползунный, синусный, тангенсный.

Кинематический анализ и синтез механизмов: задачи, допущения. Графический метод кинематического исследования: определение положений и перемещений звеньев, два способа разложения движения, применяемые в ТММ, кинематика шарнирных механизмов, теорема о подобии.

Аналитический метод кинематического исследования, аналоги скоростей и ускорений, пример аналитического исследования кривошипно-ползунного механизма.

Силовой (кинетостатический) анализ механизмов: задачи, допущения. Определение сил и моментов инерции звеньев механизмов. Условие статической определимости плоской кинематической цепи.

Силовой расчет двухповодковых групп Ассура и начального звена.

Определение уравновешивающей силы с помощью рычага Жуковского, теорема о рычаге, пример использования рычага Жуковского.

Трение в механизмах, самоторможение. Силовой расчет механизмов с учетом трения в кинематических парах.

КПД механизмов (цикловой и мгновенный). КПД систем механизмов, соединенных последовательно и параллельно.

Динамический анализ и синтез механизмов. Задачи и допущения динамического исследования. Динамические модели механизмов. Приведение масс и сил к звену и к точке приведения. Определение приведенного момента сил по рычагу Жуковского.

Энергетическая и дифференциальная форма уравнения движения машины. Режимы движения машины. Причины колебания угловой скорости начального звена внутри цикла установившегося движения.

Определение закона изменения угловой скорости начального звена. Коэффициент неравномерности движения. Назначение маховика. Определение момента инерции маховика по методу Мерцалова. Маховой момент.

Колебания в механизмах. Статическое и динамическое уравновешивание вращающихся тел. Уравновешивание механизмов.

Основные методы виброзащиты: демпфирование колебаний, динамическое гашение колебаний, виброизоляция, виброзащитные системы. Динамика приводов. Электропривод,

гидропривод, пневмопривод механизмов. Вибротранспортеры.

Зубчатые передачи: виды, достоинства и недостатки. Основной закон зацепления (теорема Виллиса).

Прямозубые цилиндрические передачи: элементы и основные размеры колес без смещения. Эвольвента окружности и ее свойства.

Свойства и элементы эвольвентного зацепления. Методы нарезания зубьев колес. Станочное зацепление. Нарезание зубчатых колес со смещением. Определение $Z_{min}$ и $X_{min}$. Расчет передач со смещением. Виды передач со смещением.

Коэффициент перекрытия прямозубой зубчатой передачи. Качественные показатели работоспособности зубчатых передач. Выбор коэффициентов смещения.

Косозубая цилиндрическая передача: достоинства и недостатки, особенности геометрии, основные размеры колес, коэффициент перекрытия, эквивалентное число зубьев, выбор угла наклона зубьев.

Передаточное отношение зубчатых механизмов с неподвижными осями вращения колес: одноступенчатые передачи внешнего и внутреннего зацепления; многоступенчатые передачи. Планетарные механизмы - структура, достоинства и недостатки; простые, сложные, дифференциальные. Определение передаточного отношения планетарных механизмов графическим и аналитическим методами.

Замкнутые дифференциалы, определение передаточного отношения. Дифференциал автомобиля. Синтез планетарных механизмов: условия соосности, соседства и сборки.

Синтез кулачковых механизмов. Виды кулачковых механизмов. Выбор закона движения толкателя. Угол давления и к.п.д.

Определение основных размеров кулачковых механизмов.

Графическое профилирование кулачков.

Аналитическое определение координат центрового профиля кулачка.

Синтез кулачковых механизмов с учетом упругости звеньев.

Синтез механизмов. Этапы синтеза механизмов, входные и выходные параметры, основные и дополнительные условия, целевые функции. Метрический синтез механизмов. Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ: случайный поиск, направленный поиск, штрафные функции, локальный и глобальный минимумы, комбинированный поиск.

Синтез механизмов по методу приближенных функций. Постановка задачи приближенного синтеза механизмов по Чебышеву, интерполирование, квадратичное приближение функций, наилучшее приближение функций.

Синтеза направляющих механизмов. Механизмы Чебышева. Теорема Робертса. Шарнирные механизмы с выстоем. Зубчато-рычажные механизмы.

## 2. Лабораторные работы.

Лабораторные работы являются составной частью курса ТММ. Выполнение лабораторных работ способствует более активному изучению и успешному усвоению курса.

В зависимости от учебных планов предусматривается выполнение следующих лабораторных работ:

1. Снятие кинематических схем и структурный анализ плоских

механизмов.

2. Расчетное устранение статической и динамической неуравновешенности ротора.
3. Образование эвольвентных профилей зубьев методом огибания. Геометрический расчет передачи со смещением.
4. Кинематика и элементы синтеза простого планетарного механизма.

Описание и порядок выполнения лабораторных работ изложены в соответствующих методических указаниях к лабораторным работам по теории механизмов и машин.

## 3. Контрольные работы.

По курсу ТММ студент должен выполнить контрольные работы по следующим темам:

1. Структурный анализ плоских рычажных механизмов.
2. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов.
3. Определение передаточного отношения зубчатого механизма.

## 4. Курсовой проект

Курсовой проект по «Теории механизмов и машин» – первая самостоятельная работа студентов по комплексному проектированию и исследованию взаимосвязанных механизмов. Цель выполнения курсового проекта – систематизировать и закрепить теоретические знания, получаемые студентами при изучении курса ТММ, и выработать навыки проектирования и исследования при решении конкретной инженерной задачи. По своему содержанию курсовой проект охватывает основные разделы курса ТММ и включает в себя задачи по проектированию и исследованию рычажных и кулачковых механизмов. Выполнение курсового проекта – одно из непременных условий успешного усвоения курса «Теория механизмов и машин».

### Объем и содержание курсового проекта.

*В зависимости от учебного плана курсовой проект может включать в себя от одного до четырёх нижеприводимых листов:*

### Лист 1. Кинематическое и силовое исследование рычажного механизма.

1. Выполнить структурный анализ механизма.
2. Построить механизм в четырех его положениях: в двух крайних, в одном из положений рабочего хода (в этом положении заданная внешняя сила F не должна быть равна нулю) и в положении холостого хода.
3. Построить планы скоростей и ускорений, определить скорости и

ускорения звеньев и их точек для рабочего, холостого и одного из крайних положений механизма.

4. Определить силы и моменты инерции звеньев для рабочего положения механизма, указать их на схеме механизма.
5. Определить реакции во всех кинематических парах и уравновешивающую силу ($F_{ур}$) на кривошипе.
6. Определить уравновешивающую силу с помощью рычага Жуковского.
7. Рассчитать относительную разность в определении уравновешивающей силы, найденной двумя методами.

**Лист 2. Динамическое исследование рычажного механизма.**

1. Построить механизм в 12 положениях.
2. Построить 12 соответствующих рычагов Жуковского.
3. Рассчитать кинетическую энергию механизма в рассматриваемых 12 положениях. Построить графики изменения кинетической энергии в функции угла поворота начального звена для отдельных звеньев и для механизма в целом. Рассчитать приведенный к начальному звену момент инерции ($I_{пр\ i}$) для всех положений механизма.
4. Для 12 положений механизма рассчитать приведенные к начальному звену моменты сил сопротивления ($M_{пр\ с.}$) и движущих сил ($M_{пр\ дв.}$) и построить графики изменения этих моментов в функции угла поворота начального звена.
5. Рассчитать суммарную работу сил движущих и сил сопротивления и построить соответствующий график. На этих же осях координат построить график разности суммарной работы и кинетической энергии механизма.
6. Рассчитать значения угловой скорости звена для 12 положений механизма, считая, что в начале цикла установившегося движения (0 положение) угловая скорость равна среднему значению и построить изменения угловой скорости относительно ее среднего значения.

   Определить коэффициент неравномерности движения и сравнить его с заданным значением.
7. Определить момент инерции маховика, устанавливаемого на валу ведущего звена рычажного механизма и обеспечивающего заданный коэффициент неравномерности.

**Лист 3. Синтез эвольвентной зубчатой передачи и определение передаточного отношения планетарного механизма**

1. Выполнить геометрический расчет прямозубых эвольвентных цилиндрических колес со смещением и составленной из них зубчатой передачи.

2. Построить методом огибания профили зубъев меньшего колеса (шестерни), а затем – парного колеса.

3. Вычертить зацепление колес со смещением (сборочный чертеж передачи). Указать основные размеры и параметры передачи.

4. Определить коэффициент перекрытия передачи аналитически и по данным картины зацепления.

5. Определить передаточное отношение планетарного механизма аналитическим и графическим методами.

**Лист 4. Синтез кулачкового механизма.**

1. По заданному закону изменения аналога ускорения толкателя, применяя метод графического интегрирования, построить график изменения аналога скорости и график аналога перемещения толкателя. Рассчитать масштабные коэффициенты по осям графиков.

2. Графически определить основные размеры кулачкового механизма, исходя из допустимого угла давления (при роликовом толкателе) или из условия выпуклости профиля кулачка (при плоском толкателе).

3. Применяя метод обращения движения, построить профиль кулачка.

4. Построить график изменения углов давления для фазы подъема.

**Оформление курсового проекта.**

Курсовой проект состоит из расчётно-пояснительной записки и соответствующих листов графических построений.

Графические построения к каждому разделу проекта выполняются на отдельном листе формата А1 (594х841 мм). В правом нижнем углу листа размещается стандартный штамп (55х185мм) с указанием разрабатываемой темы. Образец углового штампа приведен в *Приложении 1*.

Основные построения (схемы, диаграммы) должны обводиться линиями толщиной 0,8 – 1,0 мм. На чертеже следует сохранять вспомогательные построения в тонких линиях. На всех графиках по осям координат должны быть указаны численные значения и единицы измерения масштабных коэффициентов.

Расчетно-пояснительная записка должна включать исходные данные по проектируемым механизмам, постановку задачи и необходимые расчеты со всеми необходимыми схемами, пояснениями, формулами, таблицами.

Расчетно-пояснительная записка должна быть написана на листах формата А4 (210 х 297) на одной стороне листа. По периметру листа оставляются поля, вверху и внизу по 20 мм, справа 10 мм, слева 30 мм.

Титульный лист расчетно-пояснительной записки оформляется согласно *Приложению 2*. За титульным листом следует «Содержание» («Оглавление») расчетно-пояснительной записки, а затем - исходные данные задания.

Расчетно-пояснительная записка состоит из разделов. Разделы должны соответствовать наименованиям листов курсового проекта. Каждый раздел начинается с новой страницы. Номер раздела обозначается арабской цифрой. Например: «1. Кинематическое и силовое исследование механизма». Каждый раздел должен иметь подразделы, пронумерованные как: 1.1, 1.2 и т.д., где первая

цифра обозначает номер раздела, а вторая – номер подраздела.

Расчеты в записке должны сопровождаться соответствующими схемами, вычерченными в произвольном масштабе с соблюдением условных обозначений.

Все страницы записки должны быть пронумерованы.

Таблицы, приводимые в расчетно-пояснительной записке, должны быть пронумерованы и иметь названия. При нумерации первая цифра означает номер раздела, а вторая, после точки, порядковый номер таблицы в данном разделе. Например: Таблица 1.1 (первая таблица в первом разделе).

Определение расчетных параметров должно сопровождаться записью формул в общем виде. Далее приводятся численные значения величин, входящих в формулу, в той последовательности, в которой эти величины записаны в исходной формуле. Результаты расчета даются с указанием единицы физической величины.

В конце расчетно-пояснительной записки приводится список использованной литературы.

## 5. Вопросы для самопроверки при подготовке к защите курсового проекта по ТММ.

***Вопросы к листу «Кинематическое и силовое исследование рычажного механизма».***

1. Что называется звеном? Какое звено называется входным, выходным, ведомым, ведущим? Как называются звенья рычажных механизмов в зависимости от характера их движения относительно стойки или других звеньев механизма?
2. Что называется кинематической парой? По каким признакам классифицируются кинематические пары?
3. Что называется кинематической цепью, кинематическим соединением?
4. Что называется механизмом, машиной?
5. Что такое степень свободы? По какой формуле определяется число степеней свободы плоского механизма?
6. Что называется группой Ассура? Какие виды двухповодковых групп Ассура различают? Привести примеры.
7. Выполнить структурный анализ механизма по Ассуру.
8. Как используются результаты структурного анализа для кинематического и силового (кинетостатического) исследования рычажного механизма?
9. Что называется крайним положением звена, крайним положением механизма? Уметь построить кривошипно-ползунный, кулисный механизм, механизм шарнирного четырехзвенника в крайних положениях.
10. Какова последовательность решения задачи по определению траектории перемещения отдельной точки звена рычажного механизма?
11. Какие два способа разложения движения используются в ТММ при кинематическом исследовании плоских рычажных механизмов?

12. Что такое план скоростей (ускорений) звена, механизма?
13. Как записать векторные равенства для построения планов скоростей и ускорений?
14. Что в ТММ называют масштабным коэффициентом (масштабом)? Определение масштабов.
15. Как определяется величина и направление нормального и кориолисова ускорений?
16. Как определить действительные величины скорости и ускорения какой-либо точки звена механизма, пользуясь планами скоростей и ускорений?
17. Как определить величину и направление угловой скорости звена, пользуясь планом скоростей?
18. Как определить величину и направление углового ускорения звена, пользуясь планом ускорений?
19. Когда применяется теорема о подобии и как она используется при определении скоростей и ускорений точек звена?
20. Построить план скоростей и ускорений для шарнирного четырехзвенника, кривошипно-ползунного и кулисного механизма для заданного на схеме положения.
21. Как определяются по величине и направлению сила инерции и момент от сил инерции звена?
22. Как определить характер движения звена? Какое движение называется замедленным, какое – ускоренным?
23. Какая кинематическая цепь является статически определимой?
24. Сформировать принцип, согласно которому задачи динамического исследования механизмов можно решать методами статики.
25. Задачи, решаемые в кинетостатике.
26. Сколько неизвестных содержат реакции в поступательной, вращательной, высшей кинематических парах?
27. Какие уравнения используются для определения реакций в кинематических парах и сколько неизвестных они определяют?
28. Что называется рычагом Жуковского? Как перенести силу на рычаг Жуковского?
29. Как перенести момент, действующий на какое-либо звено механизма, на рычаг Жуковского?

***Вопросы к листу «Динамическое исследование механизма».***

1. Что называется приведенным моментом сил, приведенным моментом инерции, приведенной массой? Как они определяются?
2. Как определяется кинетическая энергия звена в общем случае плоскопараллельного движения, при поступательном движении?
3. Как определяется величина кинетической энергии механизма?
4. Как определяется величина приведенного момента сил сопротивления, сил

движущих, суммарного момента сил движущих и сил сопротивления?

5. Написать уравнение движения машины в общем виде.
6. Что называется циклом установившегося движения?
7. Каково назначение маховика?
8. Каковы причины колебания угловой скорости начального звена при установившемся движении? Как определяется угловая скорость начального звена?
9. Показать на листе графики изменения приведенного момента сил сопротивления ($M_{пр.с}$), приведенного момента сил движущих ($M_{пр.дв}$), суммарного приведенного момента сил движущих и сил сопротивления ($M_{пр}$). Определить действительные значения моментов по графикам в каком-либо положении механизма.
10. Как определить суммарную работу всех сил, действующих на механизм за время поворота кривошипа от начального до текущего положения по графику суммарного приведенного момента сил ($M_{пр}$)?
11. Какими площадями определяется на графиках моментов сил движущих, сил сопротивления и суммарного момента работа соответственно сил движущих, сил сопротивления и суммарная работа?
12. Что называется коэффициентом неравномерности движения машины? Рекомендуемые значения коэффициента неравномерности для различных машин?
13. В чем заключается основное приближение при определении момента инерции маховика по методу Мерцалова?

**Вопросы к листу "*Профилирование эвольвентных зубчатых колес и расчет передаточного отношения планетарного механизма*"**

1. Какая окружность называется делительной, основной, начальной? Показать их на листе. Как определяются их радиусы? Как определяются радиусы окружностей впадин и вершин?
2. Что называется эвольвентой окружности? Показать эвольвентный профиль зуба. Свойства эвольвенты. Как определить радиус эвольвенты в данной точке?
3. Что такое модуль зубчатого колеса? Что называется окружным шагом зубчатого колеса? Показать окружные шаги по делительной и основной окружностям. Как рассчитываются эти шаги? Какая связь существует между окружными шагами, измеренными по делительной, основной и начальной окружностям?
4. Что такое угловой шаг?
5. Что называется смещением исходного производящего контура? Какое колесо называется колесом со смещением? Какими формулами определяются основные размеры зубчатого колеса без смещения.
6. Основные параметры и размеры исходного производящего контура.
7. Методы изготовления зубчатых колес.
8. Что такое подрезание зуба и какова его причина?
9. Что такое станочное зацепление?

10. Как определяется наименьшее числе зубьев колеса без смещения, свободного от подрезания?
11. Как рассчитывается коэффициент смещения исходного производящего контура из условия отсутствия подрезания?
12. Что такое блокирующий контур? Как с помощью блокирующего контура определить коэффициент смещения колес передачи?
13. Виды передач со смещением. Особенности равносмещенной передачи?
14. Какими формулами определяются основные размеры зубчатых воле, нарезанных со смещением?
15. Что такое линия зацепления, активный участок линии зацепления? Как найти зоны однопарного и двухпарного зацепления?
16. Какой угол называется углом зацепления?
17. Какой угол называется углом перекрытия? Что такое коэффициент перекрытия зубчатой передачи?
18. Как рассчитать делительное межосевое расстояние, межосевое расстояние передачи со смещением? Как определяется коэффициент воспринимаемого смещения?
19. Для чего вводится уравнительное смещение? Как определяется коэффициент уравнительного смещения?
20. Как найти точку, сопряженную с данной точкой, в зацеплении двух зубчатых колес?
21. Что называется передаточным отношением? Как определяется передаточное отношение для одно- и многоступенчатых зубчатых передач с неподвижными осями колес?
22. Какой механизм называется планетарным? Какое звено называется водилом, центральным, опорным, сателлитом?
23. Какой механизм называется дифференциалом? Что такое замкнутый дифференциал?
24. Какой метод лежит в основе аналитического определения передаточного отношения планетарного механизма?
25. На чем основан графический метод определения передаточного отношения планетарного механизма?

***Вопросы к листу «Синтез кулачкового механизма».***

1. Какой механизм называется кулачковым? Структура кулачкового механизма.
2. Достоинства и недостатки кулачковых механизмов.
3. Классификация кулачковых механизмов.
4. Какое замыкание элементов высшей кинематической пары кулачкового механизма называется силовым, какое – геометрическим?
5. Какие наиболее часто применяемые законы движения выходного звена (толкателя) Вам известны? Какие законы рационально применять для быстроходных кулачковых механизмов и почему?
6. Какие явления называются жестким и мягким ударами в кулачковом механизме? При каких законах движения толкателя возникают мягкие и жесткие удары?
7. Что называется углом давления в кулачковом механизме и как его величина

влияет на КПД механизма?

8. Что такое аналог ускорения и аналог скорости толкателя? Как определить скорость (ускорение) толкателя по графику изменения аналога скорости (ускорения)?
9. Из чего исходят при определении начального (минимального) радиуса дискового кулачка в механизме с поступательно движущимся (с качающимся) роликовым толкателем, в механизме с плоским толкателем?
10. Как строится диаграмма аналогов скоростей толкателя?
11. Как определить средний радиус цилиндрического кулачка с качающимся и поступательно движущимся роликовым толкателем?
12. В чем сущность метода обращения движения? Как он используется при профилировании кулачков?
13. Как построить центровой профиль дискового кулачка в механизмах с поступательно движущимся (качающимся) роликовым толкателем?
14. Как построить центровой профиль цилиндрического кулачка с качающимся (поступательно движущимся) роликовым толкателем?
15. Как получить минимальные габариты кулачкового механизма?
16. В чем состоит суть явления заклинивания в кулачковом механизме?
17. Что должно быть задано при построении профиля кулачка?
17. Как определить характер движения толкателя (ускоренное, замедленное) в любом положении кулачка?

## ЛИТЕРАТУРА

*Учебники*:


1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М., Наука, 1988 г.
2. Фролов К.В., Попов С.А., Мусатов А.К. и др. Теория механизмов и машин. М., Высшая школа, 1987 г.
3. Левитская О.Н., Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин. М., 1985 г.
4. Мамаев А.Н., Балабина Т.А. Основы теории механизмов. Москва, 2015.
5. Мамаев А.Н., Балабина Т.А. Теория механизмов и машин. Учебник для студентов, обучающихся по специальности 190201 "Автомобиле- и тракторостроение". Москва, 2008.
6. Балабина Т.А., Мамаев А.Н. Теория зацепления эвольвентных зубчатых колес. Москва, 2019.


*Методические указания к выполнению курсового проекта.*


1. Абузов В.И., Балабина Т.А. и др. Задания на курсовой проект по курсам "Теория механизмов и машин", "Основы расчета механизмов", "Основы проектирования машин", "Техническая механика", "Прикладная механика" для студентов по направлениям: 140500.62, 140600.62, 150400.62, 150900.62, 190100.62, 220200.62, 140500, 140600, 150200, 150300, 150400, 151000, 190200, 190600, 220200, 220300 / Москва, 2011.
2. Петрова Т.М., Дмитриева Л.Н. Кинематический и силовой расчет механизма. М., МАМИ, 1986 г.
3. Дмитриева Л.Н., Вуколова Г.С. Кинематический и силовой расчет механизма. Методические указания к курсовому проектированию по теории механизмов и машин. М., МГТУ «МАМИ», 2007.
4. Мухина Т.Н., Дмитриева Л.Н. Динамическое исследование механизма. М., МАМИ, 1990 г.
5. Петрова Т.М. Синтез кулачкового механизма. М., МАМИ, 1979 г.
6. Балабина Т.А., Мамаев А.Н. Синтез эвольвентных зубчатых передач. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы (листа курсового проекта)для студентов всех технических специальностей и направлений подготовки всех форм обучения / Москва, 2019.
7. Карелина М.Ю., Балабина Т.А., Мамаев А.Н., Черепнина Т.Ю. Определение передаточного отношения планетарных механизмов. Учебное пособие / Москва, 2020.


*Методические указания к лабораторным работам.*


1. Методические указания к лабораторным работам 1….7. М., МАМИ, 1990 г.
2. Методические указания к лабораторным работам 8, 9, 10. М., МАМИ, 1990 г.

3. Балабина Т.А., Мамаев А.Н., Медокс В.Л., Петрова Т.М. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Теория механизмов и машин», «Основы проектирования машин», «Основы расчета механизмов», «Техническая механика», «Прикладная механика»: по направлениям 140500.62, 140600.62, 150400.62, 150900.62, 190100.62, 220200.62, 140500, 140600, 150200, 150300, 150400, 151000, 190200, 190600, 220200, 220300 Москва, 2012.

***ПРИЛОЖЕНИЕ 1***

(Штамп листа курсового проекта)



***ПРИЛОЖЕНИЕ 2***

(титульный лист расчетно-пояснительной записки)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет

Кафедра «Техническая механика и компьютерное моделирование»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту по ТММ

**Название курсового проекта**

Задание №

Студент:
Группа:
Руководитель проекта:

Оценка: Дата защиты: Подпись преподавателя:

Москва 2022

Балабина Т.А.
Бровкина Ю.И.
Мамаев А.Н.
Общие методические указания по курсу «Теория механизмов и машин»
для студентов машиностроительных специальностей.

Подписано в печать Заказ Тираж 300
Усл. п. л.–1,0 Уч.– изд. л. –1,1

Бумага типографская Формат 60 х 90/16 Москва 107023, Б.Семеновская ул., 38, Московский политехнический университет.