

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра “Основы проектирования машин”

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ
СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ
“ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН”**

(для студентов направления “Инженерная механика”)

Донецк, 2007 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра “Основы проектирования машин”

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ
СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ**

“ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН”

(для студентов направления “Инженерная механика”)

Рассмотрено на заседании кафедры
“Основы проектирования машин”
Протокол № _____ от _____

Утверждено на заседании
учебно-издательского совета ДонНТУ
Протокол № _____ от _____

Донецк, 2007 г.

УДК 621.01 (071)

Методические указания к самостоятельной работе студентов по курсу “Теория механизмов и машин” (для студентов направления “Инженерная механика”) / Сост.: Э.Л. Гордиенко, - Донецк: ДонНТУ, 2007 – 42 с.

Пособие содержит темы лекционных, практических и лабораторных занятий, задачи практическим занятиям, темы и содержание индивидуальных домашних заданий, а также темы и содержание заданий на курсовой проект для студентов стационара и студентов – заочников. В пособии приведен также перечень рекомендованной литературы.

Пособие может быть использовано студентами как дневной так и заочной форм обучения при самостоятельной работе над курсом ТММ.

Автор:

Э.Л. Гордиенко, старший преподаватель каф. “Основы проектирования машин”

Отв. за выпуск:

В.Г. Нечепаяев, д.т.н., проф., зав. каф. “Основы проектирования машин”

Содержание.

Введение.....	4
1. Темы лекционных занятий.....	5
2. Темы лабораторных работ.....	7
3. Темы практических занятий.....	7
4. Задачи к практическим занятиям.....	8
5. Темы и содержание индивидуальных домашних заданий (для студентов заочной формы обучения)	20
6. Темы и содержания заданий на курсовой проект.	21
7. Контрольные вопросы для подготовки к защите курсового проекта ..	37
Перечень рекомендованной литературы	40

Введение

Студенты всех специальностей направления “Инженерная механика” изучают курс “Теория механизмов и машин”, целью которого является освоение основных общих методов анализа и синтеза механизмов. Организация работы над курсом ТММ предполагает сочетание аудиторной и самостоятельной работы студентов, причем успешное освоение курса возможно лишь при эффективной самостоятельной работе.

Целью данного методического пособия является помощь студентам самостоятельно работать над освоением основных вопросов курса теории механизмов и машин.

Методические указания к самостоятельной работе студентов содержат название тем лекционных, лабораторных и практических занятий, задачи, решаемые на практических занятиях и при подготовке к этим занятиям, к модульным контролям и экзаменам, а также темы и содержание индивидуальных домашних заданий и заданий на курсовой проект по ТММ.

1. Темы лекционных занятий

1. Структурный анализ механизмов.

Основные понятия: механизм, машина, звено, кинематическая пара, классификация кинематических пар. Кинематические цепи, механизм, определение числа степеней свободы механизма.

Структурная классификация плоских механизмов по Ассур-Артоболовскому.

Объем – 4 ч.

2. Кинематическое исследование плоских стержневых механизмов.

Графический метод кинематического анализа – метод планов.

Аналитическое исследование механизмов. Аналогии скоростей и ускорений.

Объем – 5 ч.

3. Силовой анализ плоских рычажных механизмов.

Задачи силового анализа. Силы реакций в кинематических парах. Силы инерции звеньев.

Силовое исследование механизма методом акад. Бруевича.

Теорема Жуковского о жестком рычаге.

Объем – 5 ч.

4. Кинематический анализ механизмов передачи вращательного движения.

Виды механизмов передачи вращательного движения. Передаточное отношение. Последовательное соединение передач с неподвижными осями.

Планетарные и дифференциальные зубчатые механизмы. Кинематическое исследование планетарных механизмов аналитическим методом – методом Виллиса.

Графический метод определения угловых скоростей в зубчатых механизмах.

Синтез планетарных механизмов: условия соосности, соседства, сборки.

Объем – 7 ч.

5. Синтез плоского прямозубого эвольвентного зацепления.

Основная теорема плоского зацепления.

Эвольвента и ее свойства. Свойства эвольвентного зацепления.

Исходный контур эвольвентных зубчатых колес. Методы нарезания зубьев. Параметры эвольвентного колеса, нарезанного инструментом реечного типа. Явление подрезания зубьев.

Основное уравнение плотного зацепления. Геометрические параметры зацепления.

Качественные характеристики зацепления: коэффициент перекрытия, коэффициенты удельного скольжения профилей.

Объем – 7 ч.

6. Косозубые цилиндрические эвольвентные колеса.
Параметры косозубой рейки в торцевом и нормальном сечениях.
Последовательность расчета параметров косозубого зацепления.
Эквивалентное число зубьев. Коэффициент перекрытия.
Объем – 2 ч.
7. Пространственные зубчатые передачи.
Коническая передача. Начальные и дополнительные конусы.
Эквивалентное число зубьев.
Червячная передача. Характер контакта зубьев. Определение геометрических параметров.
Объем – 2 ч.
8. Кулачковые механизмы.
Виды кулачковых механизмов. Цикл работы. Этапы проектирования кулачкового механизма. Законы движения толкателя.
Определение минимального радиуса центрального профиля кулачка.
Методы профилирования кулачков (графический, аналитический).
Объем – 5 ч.
9. Динамическое исследование механизмов.
Уравнение движения машины в форме закона изменения кинетической энергии. Режимы работы машины.
Коэффициент полезного действия. Последовательное и параллельное соединение механизмов.
Приведение сил и масс в машине. Дифференциальное уравнение движения.
Неравномерность хода машины. Определение момента инерции маховика.
Объем – 7 ч.
10. Уравновешивание вращающихся масс.
Силы инерции ротора. Виды неуравновешенности.
Уравновешивание масс, вращающихся в одной плоскости и в параллельных плоскостях.
Объем – 4 ч.
- Всего – 48 ч.**

2. Темы лабораторных работ

1. Структурный анализ и определение степени подвижности плоских механизмов – 2ч.
2. Структурный анализ механизмов с группами Ассура разных модификаций – 2ч.
3. Кинематическое исследование шарнирного четырехзвенника аналитическим методом – 2ч.
4. Кинематический анализ кулисных механизмов – 2ч.
5. Синтез и кинематический анализ планетарных механизмов – 2ч.
6. Построение эвольвентных профилей зубьев методом огибания (обкатки) – 2ч.
7. Обмер эвольвентного зубчатого колеса – 2ч.
8. Статическое и динамическое уравнивание ротора с известным расположением неуравновешенных масс – 2ч.

Всего – 48 ч.

3. Темы практических занятий

1. Структурный анализ механизмов – 4ч.
2. Кинематика стержневых механизмов – 6ч.
Построение планов скоростей и ускорений:
 - шарнирного четырехзвенника;
 - кривошипно-ползунного механизма;
 - кулисного механизма.
3. Силовой расчет плоских стержневых механизмов – 6ч.
Определение сил инерции звеньев.
Определение сил реакций в кинематических парах.
Определение уравнивающей силы методом Н.Е. Жуковского.
4. Кинематический анализ передач вращательного движения – 6ч.
Определение передаточных отношений в механизмах с неподвижными осями.
Планетарные передачи. Способ Виллиса. Графический метод анализа – метод диаграмм.
5. Геометрический расчет параметров плоского эвольвентного зацепления – 2ч.
6. Динамическое исследование механизмов – 6ч.
Определение коэффициента полезного действия машины.
Приведение сил и масс. Дифференциальное уравнение движения.
7. Уравнивание вращающихся масс – 2ч.
Расчет противовесов при разных видах неуравновешенности.

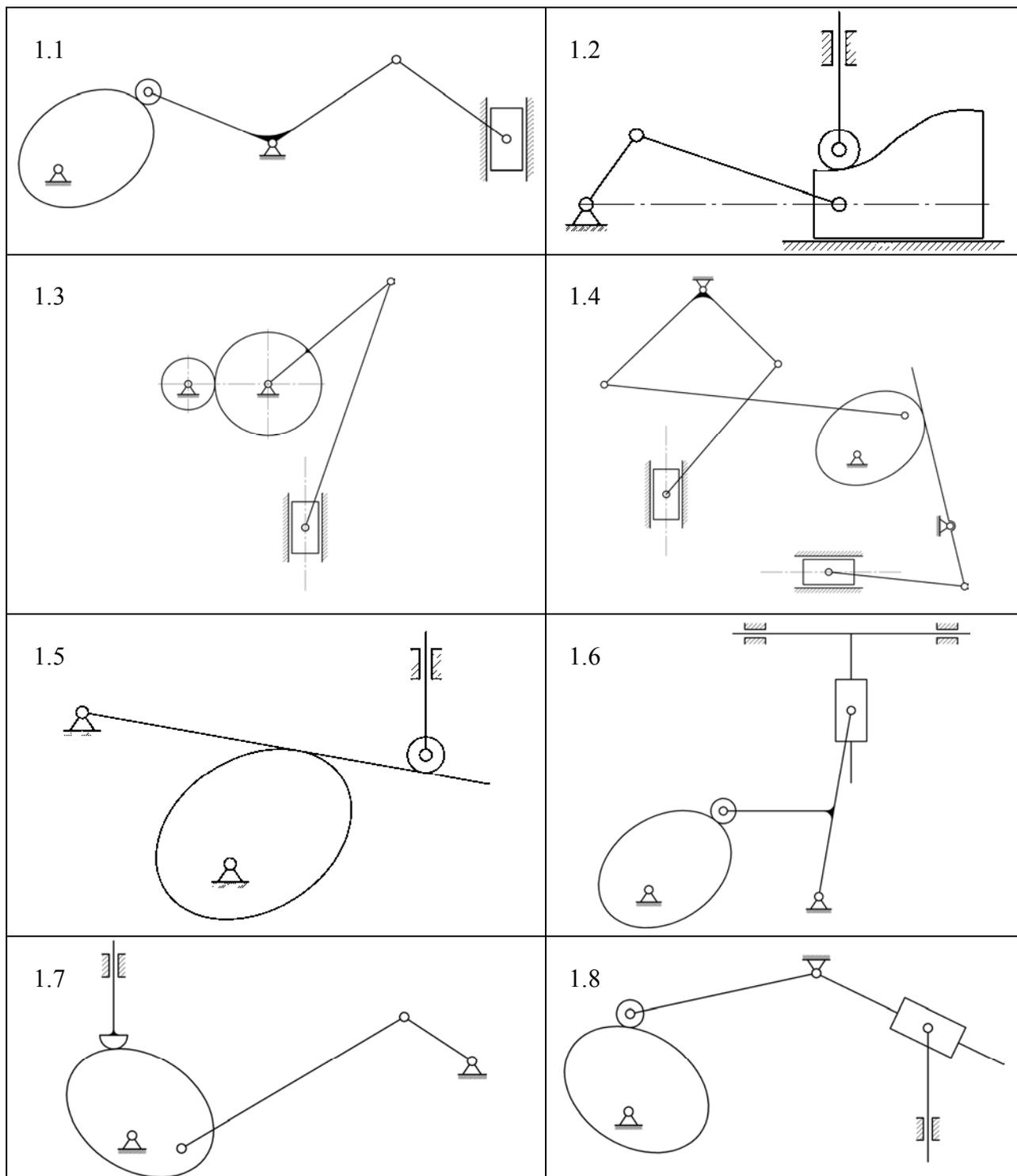
Всего – 32 ч.

4. Задачи к практическим занятиям

Тема 1. Структурный анализ механизмов.

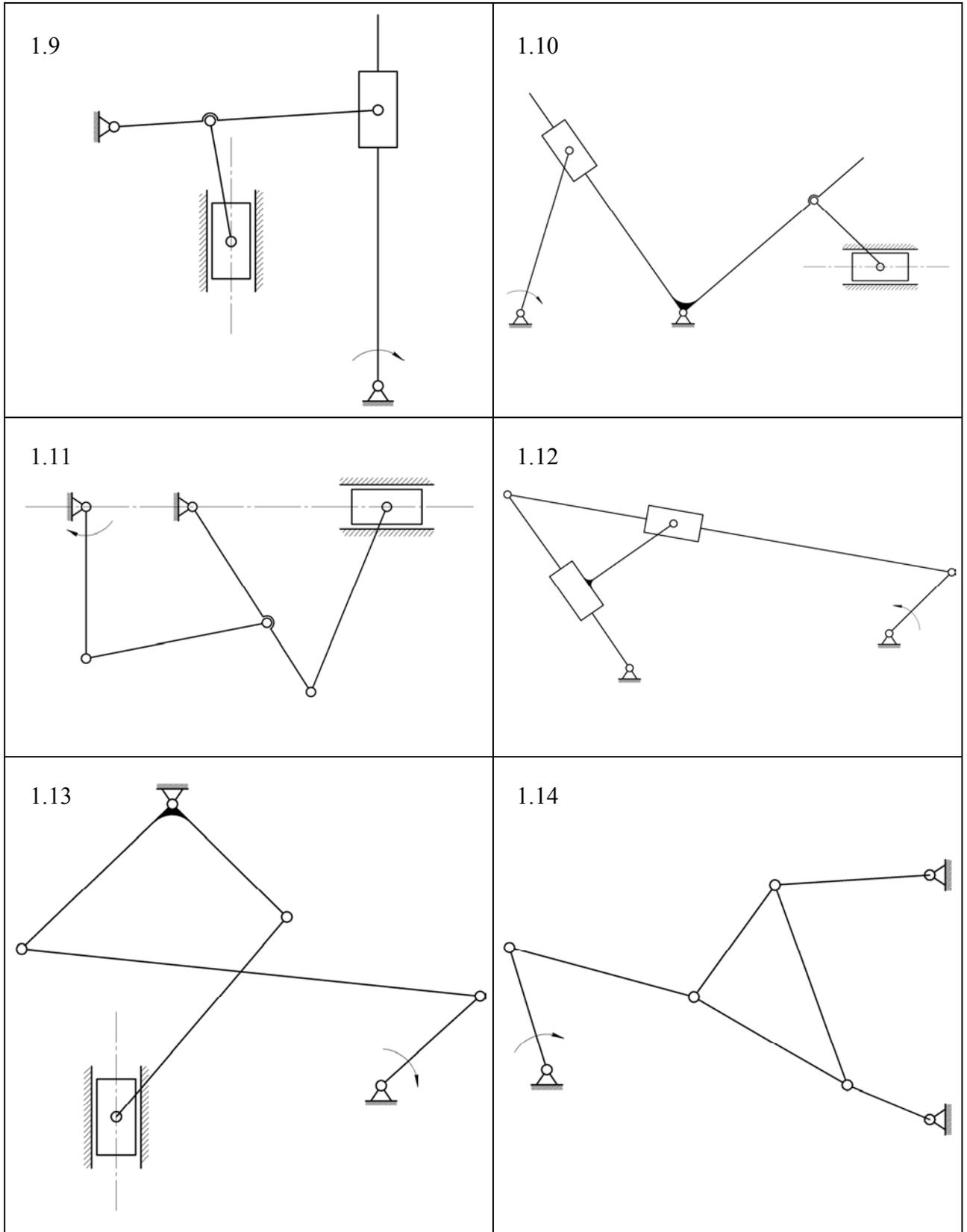
Задачи 1.1 – 1.8.

Пронумеровать звенья механизма, определить название и вид абсолютного движения каждого звена. Указать кинематические пары, их классификацию по трем основным признакам. Определить степень подвижности механизма и объяснить полученный результат на схеме.



Задачи 1.9 – 1.14.

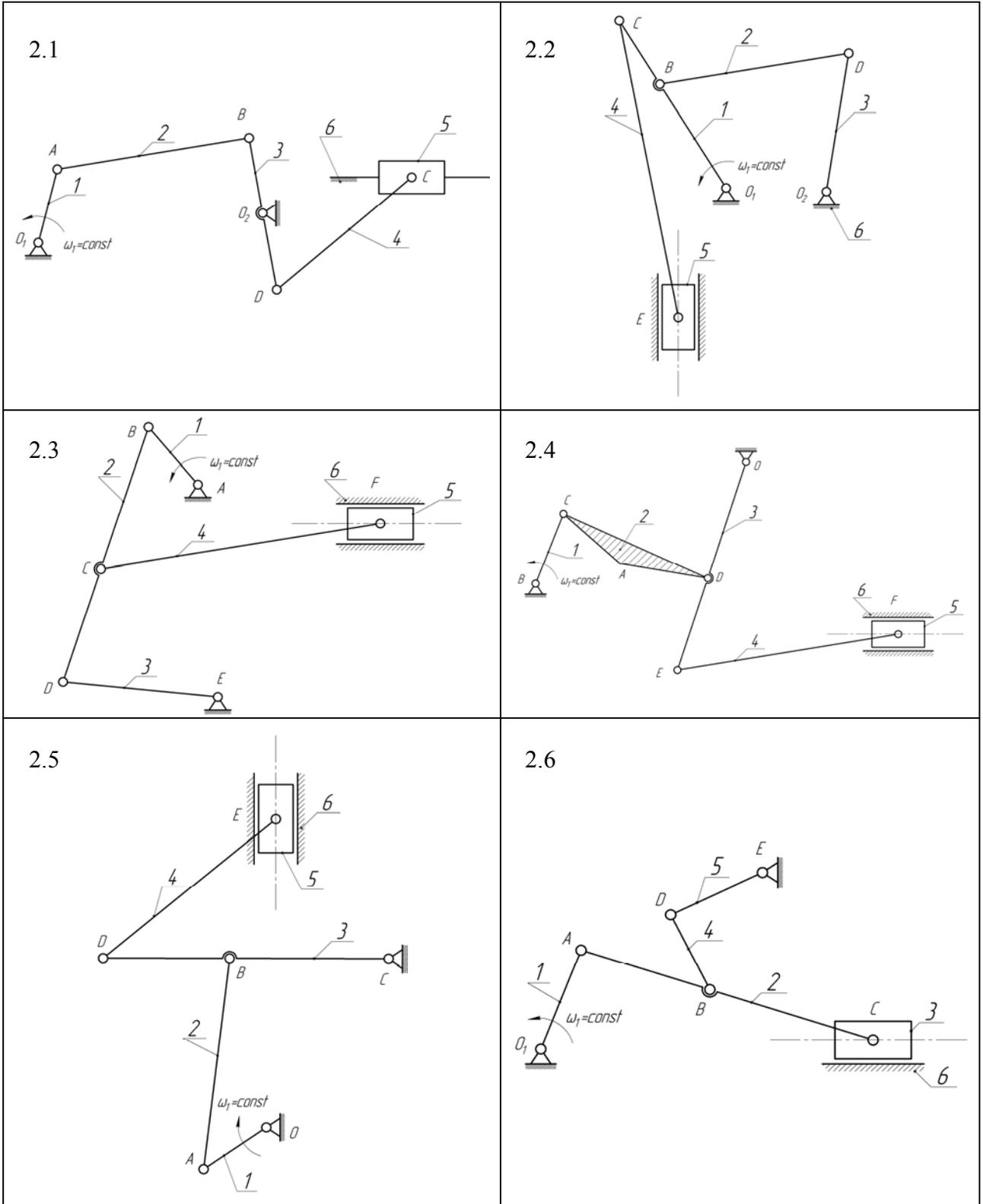
Выполнить структурный анализ механизма (см. условие к задачам 1.1 – 1.8). Определить структурные группы Ассур в механизме, их класс и модификацию, показать последовательность присоединения их к начальному механизму и записать формулу структурного строения механизма.

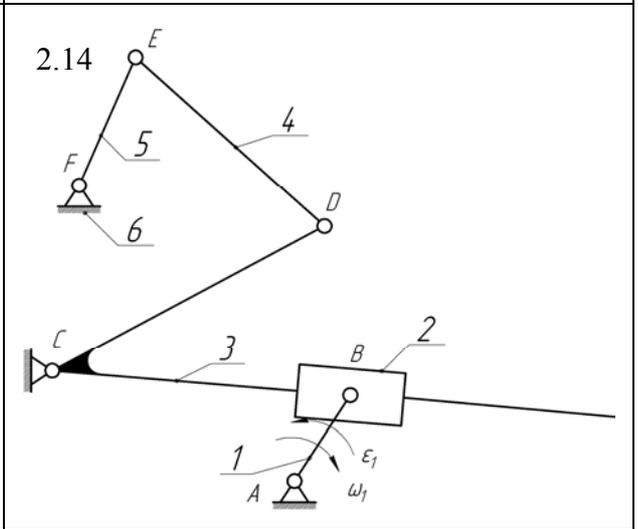
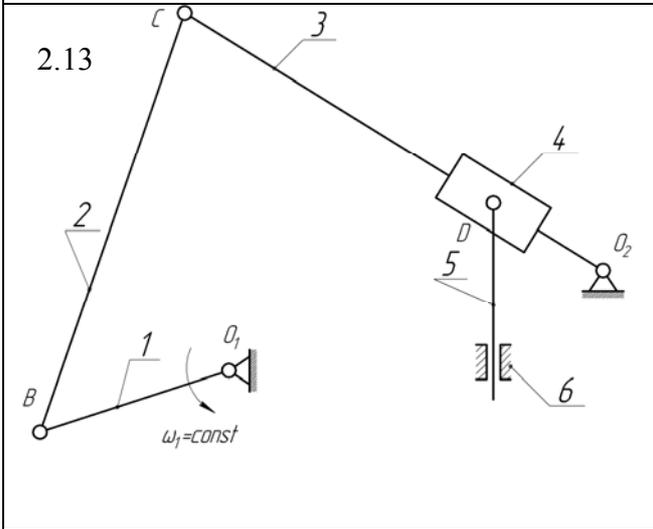
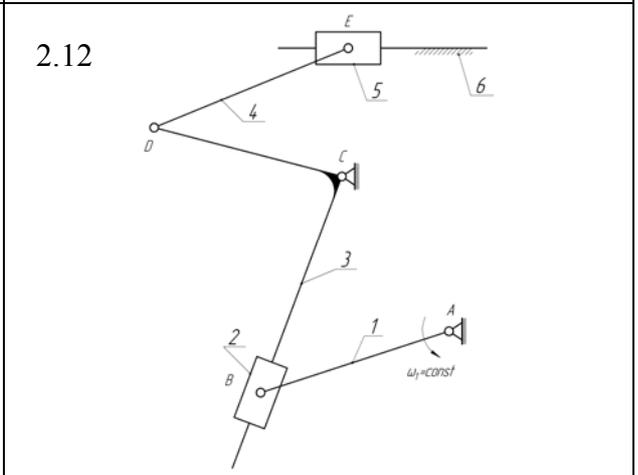
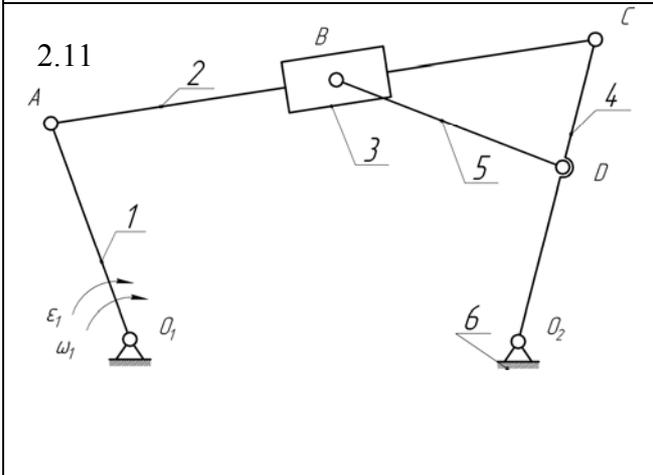
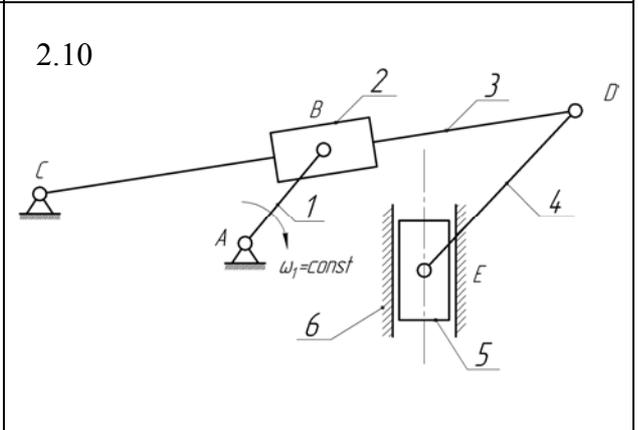
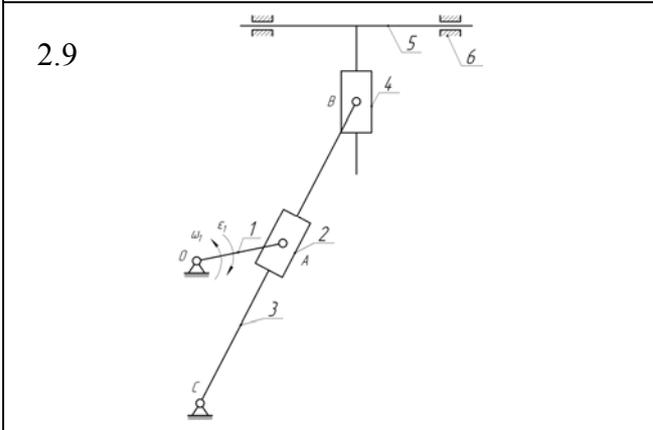
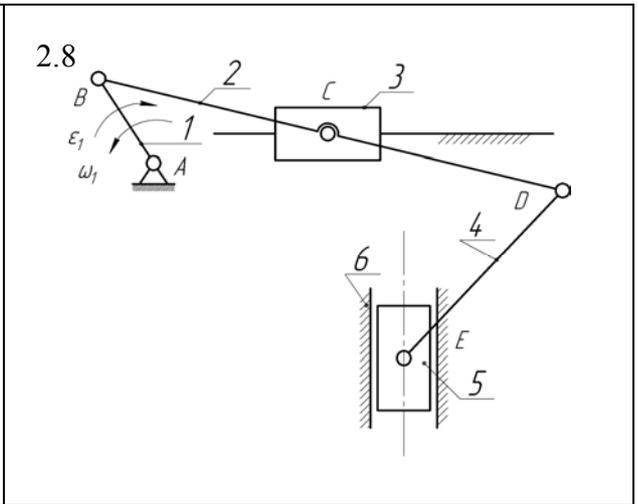
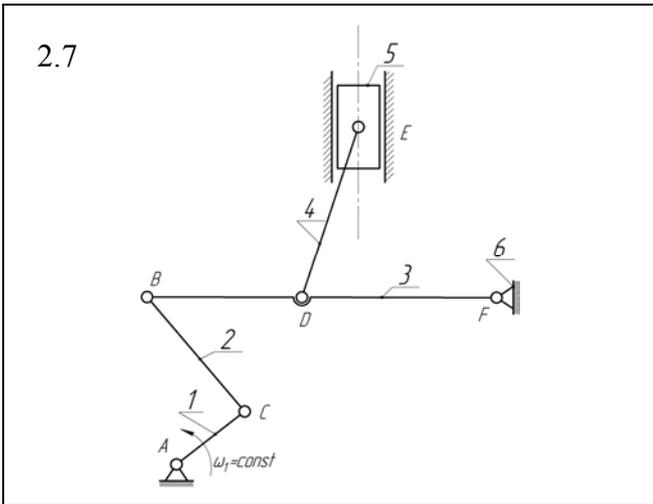


Тема 2. Кинематика стержневых механизмов.

Задачи 2.1 – 2.14.

Для заданного положения механизма построить план скоростей и план ускорений, составить в общем виде все необходимые векторные и скалярные уравнения. Определить угловые скорости и угловые ускорения всех звеньев. Считать заданными ω_1 , ε_1 и длины всех звеньев.

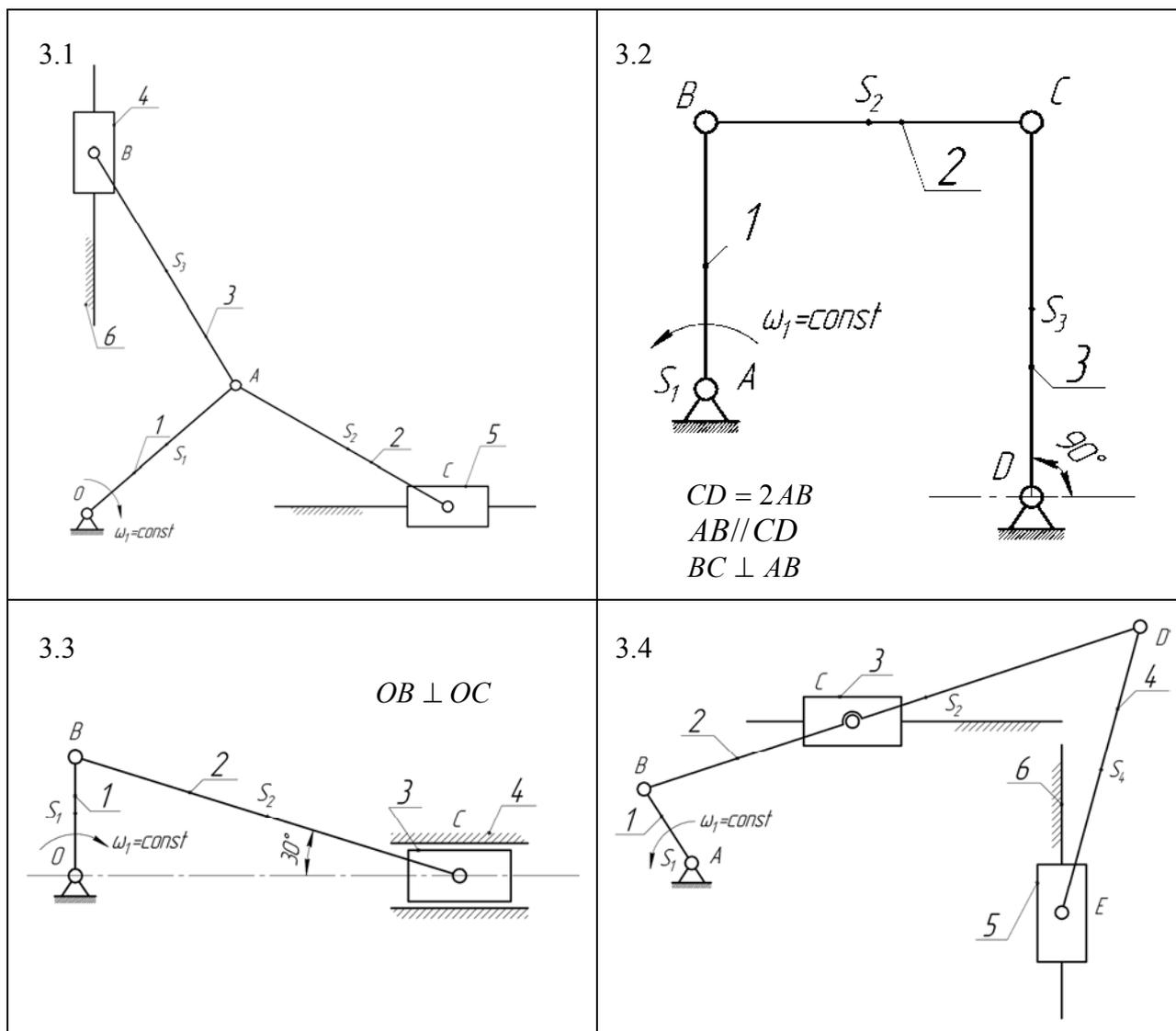




Тема 3. Силовой расчет плоских стержневых механизмов.

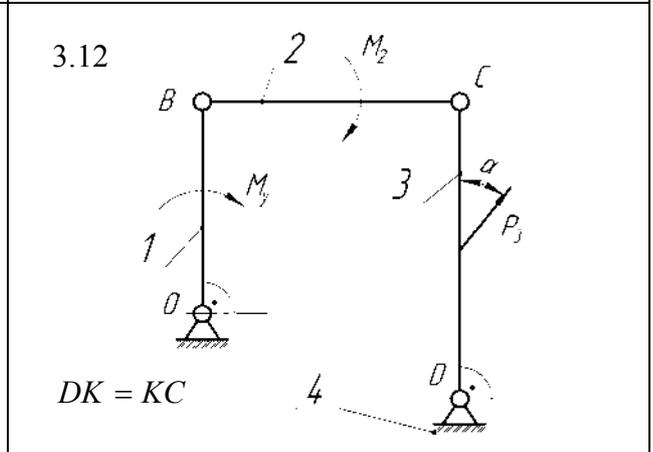
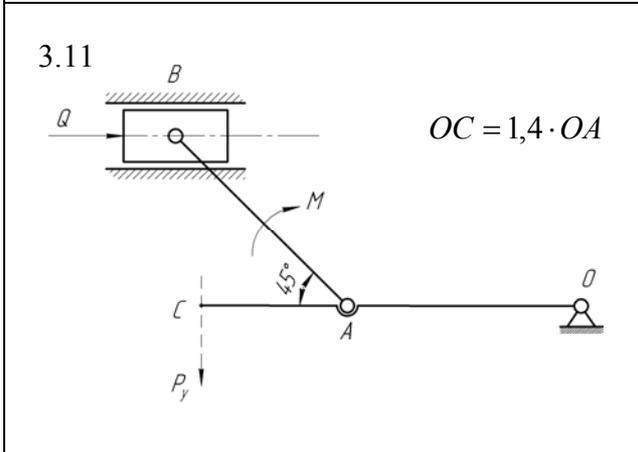
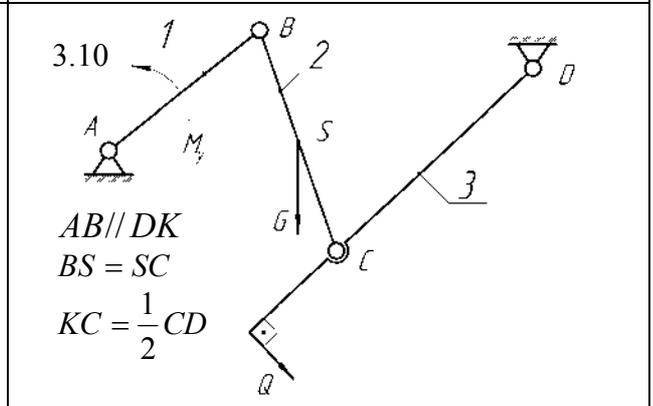
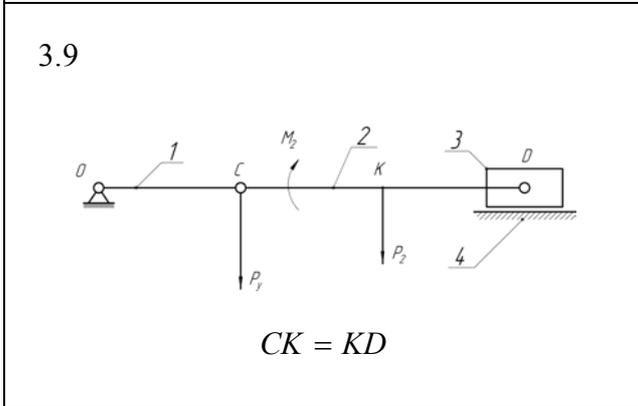
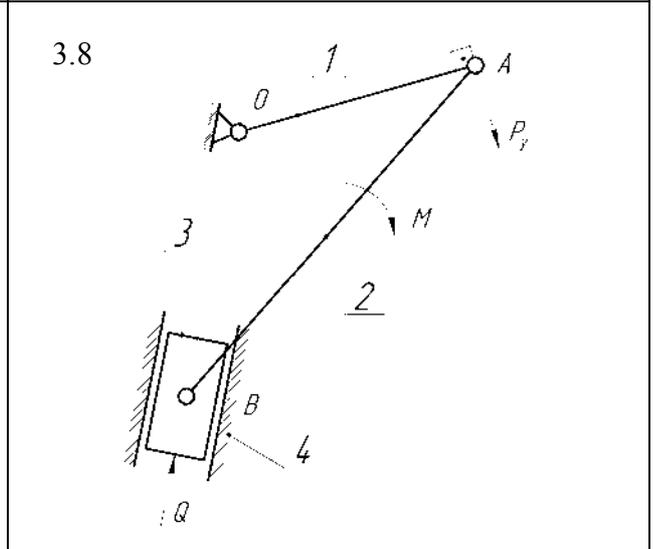
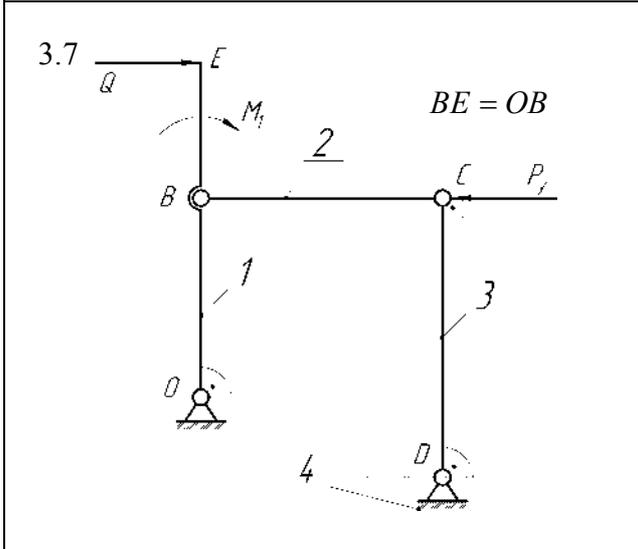
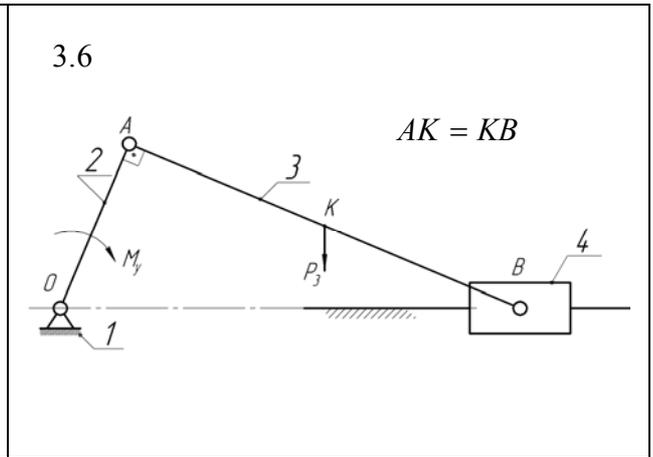
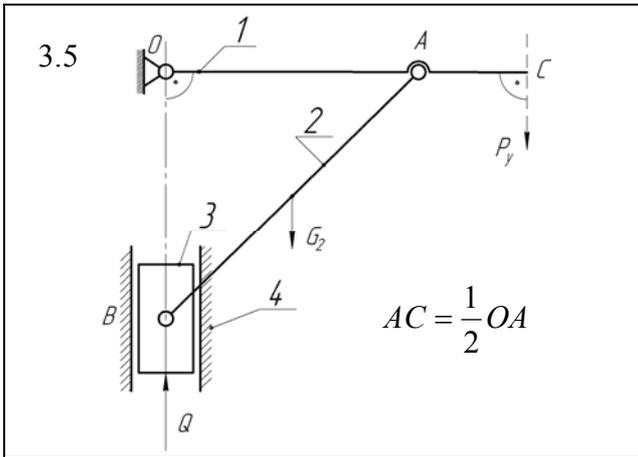
Задачи 3.1 – 3.4.

Для заданного положения механизма построить в общем виде план скоростей и план ускорений, записать все необходимые векторные и скалярные уравнения. Записать формулы для определения главных векторов и главных моментов сил инерции всех звеньев механизма и показать их направления на плане механизма. Считать известными длины всех звеньев, их массы, центральные моменты инерции и ω_1 .



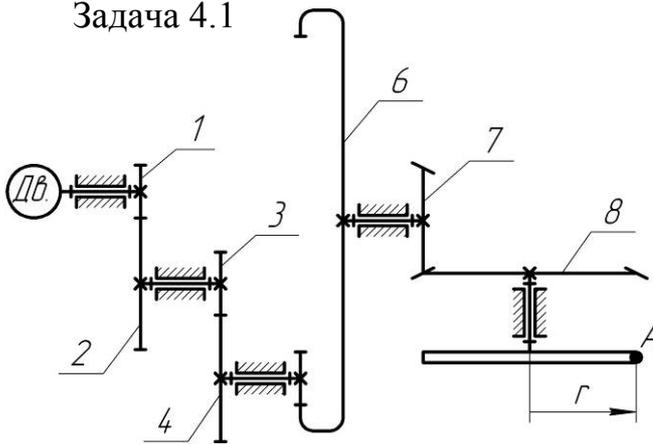
Задачи 3.5 – 3.12.

Определить в общем виде методом проф. Н.Е. Жуковского уравновешивающую силу $P_{ур}$. (или уравновешивающий момент – $M_{ур}$), считая заданными силы и моменты сил, указанные на плане механизма.



Тема 4. Кинематический анализ передач вращательного движения.

Задача 4.1



Определить скорость точки А диска, вращающегося вокруг вертикальной оси, если

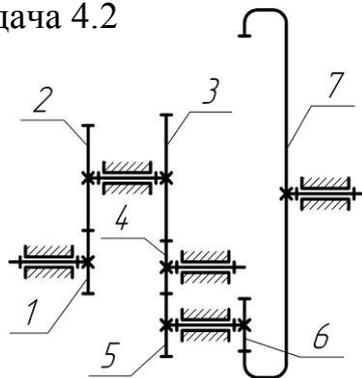
$$n_{\text{дв}} = 980 \text{ об / мин},$$

$$z_1 = 10, z_2 = 25, z_3 = 12,$$

$$z_4 = 24, z_5 = 10, z_6 = 70,$$

$$z_7 = 20, z_8 = 40, r = 200 \text{ мм}.$$

Задача 4.2



Определить общее передаточное отношение U_{1-7} , если дано:

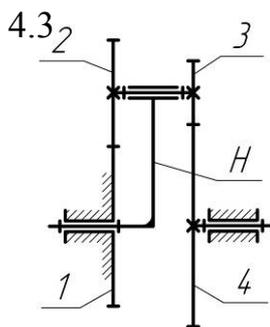
$$z_1 = 12, z_2 = 20, z_3 = 24,$$

$$z_4 = 10, z_5 = 25, z_6 = 10,$$

$$z_7 = 60.$$

Задачи 4.3 – 4.10

1. Определить общее передаточное отношение зубчатого механизма, если заданы числа зубьев всех его колес.
2. Определить угловые скорости всех звеньев, если задана угловая скорость (или частота вращения) входного вала.



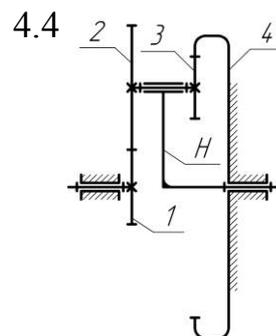
$$z_1 = 30,$$

$$z_2 = 20,$$

$$z_3 = 12,$$

$$z_4 = 38,$$

$$n_H = 1000 \text{ об / мин}$$



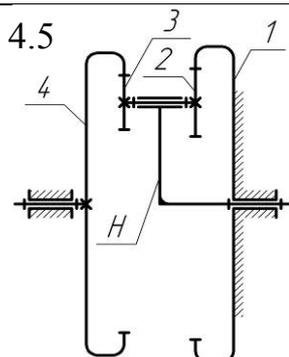
$$z_1 = 18,$$

$$z_2 = 30,$$

$$z_3 = 15,$$

$$z_4 = 63,$$

$$\omega_H = 60 \text{ рад / с}$$



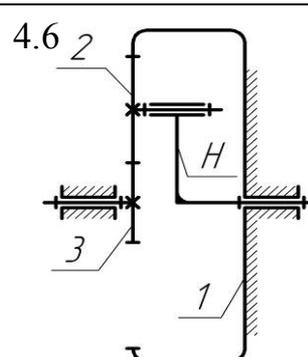
$$z_1 = 60,$$

$$z_2 = 15,$$

$$z_3 = 12,$$

$$z_4 = 57,$$

$$\omega_4 = 30 \text{ рад / с}$$

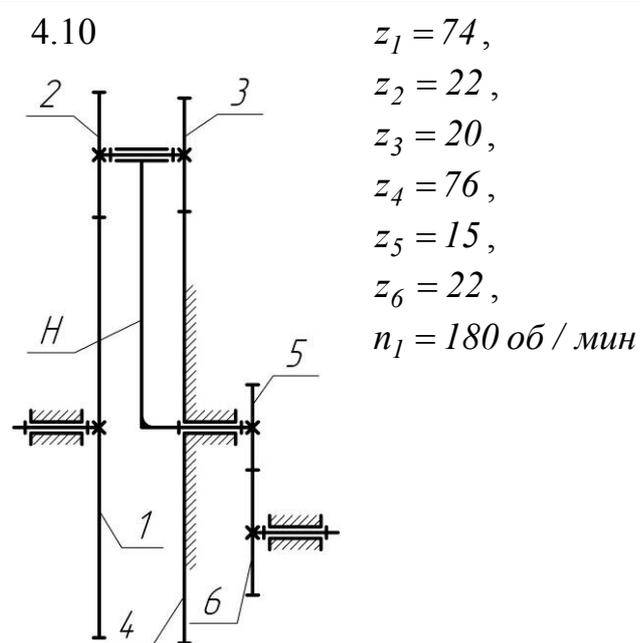
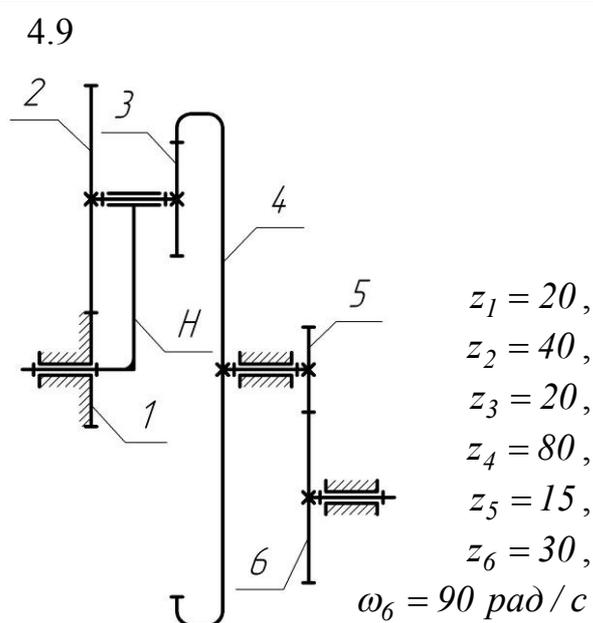
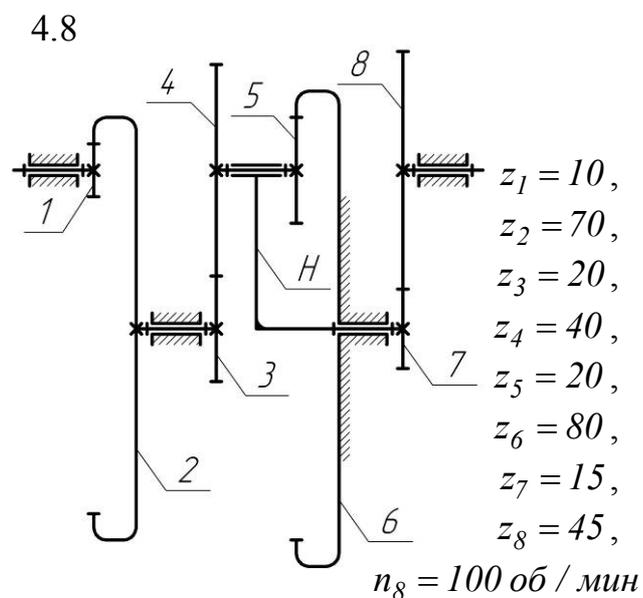
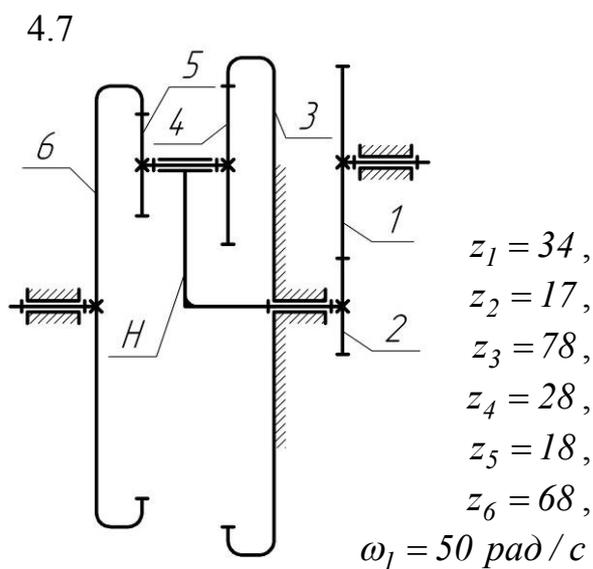


$$z_1 = 15,$$

$$z_2 = 20,$$

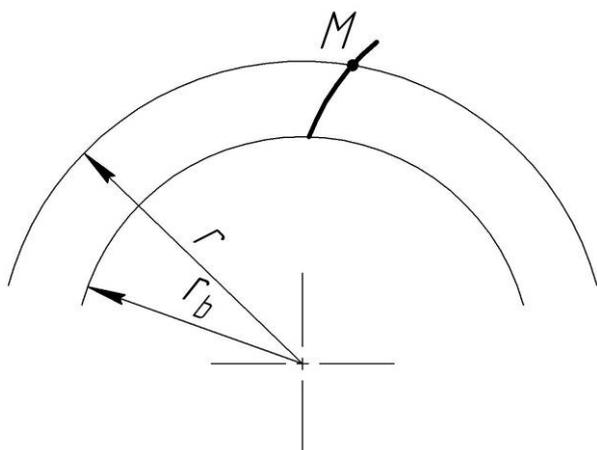
$$z_3 = 55,$$

$$\omega_1 = 18 \text{ рад / с}$$



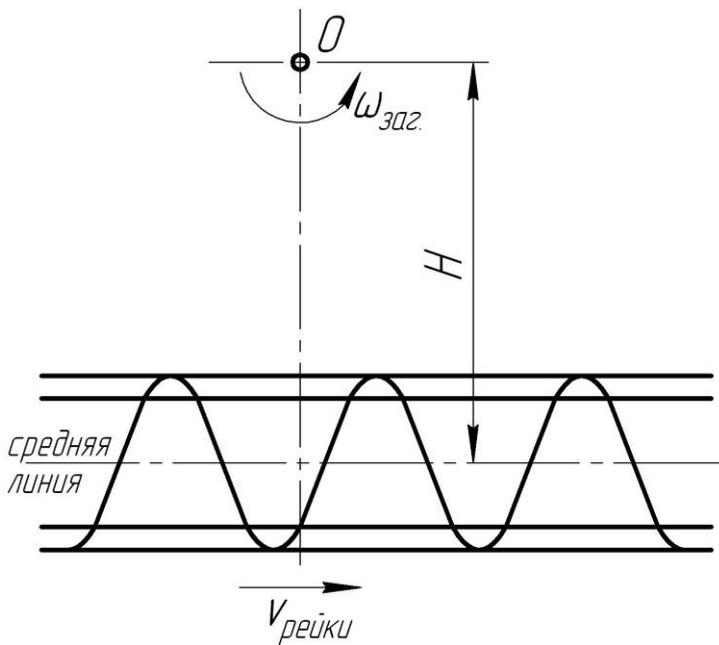
Тема 5. Геометрический расчет параметров плоского эвольвентного зацепления.

Задача 5.1.



Определить на каком расстоянии r от центра основной окружности находится точка M эвольвенты, если радиус кривизны ее $\rho_M = 50 \text{ мм}$, а радиус основной окружности $r_b = 100 \text{ мм}$. Определить угол давления эвольвенты в точке M и инволюту этого угла.

Задача 5.2.



При нарезании колеса инструментом реечного типа дано:

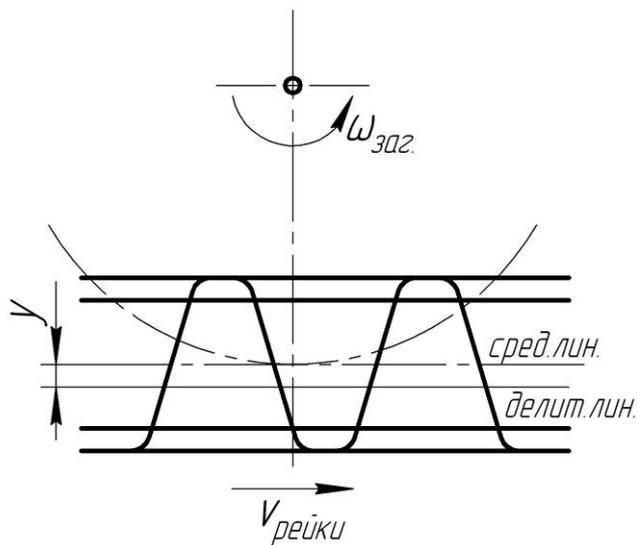
$$m = 5 \text{ мм},$$

$$v_{\text{рейки}} = 0,1 \text{ м/с},$$

$$\omega_{\text{заг}} = 2 \text{ рад/с}, \quad H = 53 \text{ мм}.$$

Определить число зубьев нарезаемого колеса z , коэффициент смещения χ и толщину зуба по делительной окружности S .

Задача 5.3.



При нарезании колеса инструментом реечного типа ($\alpha = 20^\circ$, $h_a^* = 1,0$, $c^* = 0,25$) по данной схеме дано: $m = 4 \text{ мм}$, $z = 30$, $\omega_{\text{заг}} = 10 \text{ рад/с}$, смещение инструмента $|y| = 1,6 \text{ мм}$.

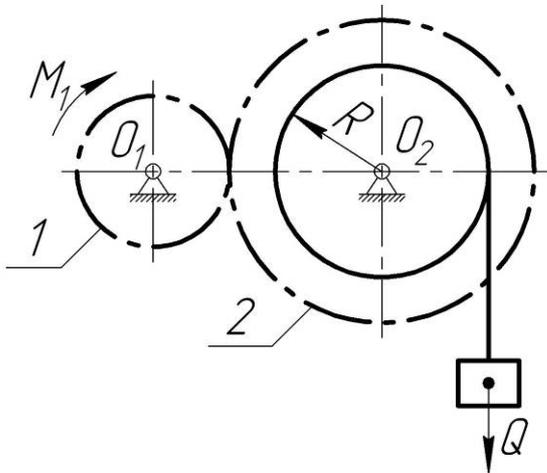
Определить необходимую скорость рейки и следующие размеры колеса: S , p , r_b , S_b , r_f .

Задача 5.4.

В нулевом внешнем эвольвентном зацеплении дано: $a_w = 200 \text{ мм}$, $m = 4 \text{ мм}$, $z_1 = 30$. Определить число зубьев второго колеса z_2 и коэффициент перекрытия ϵ .

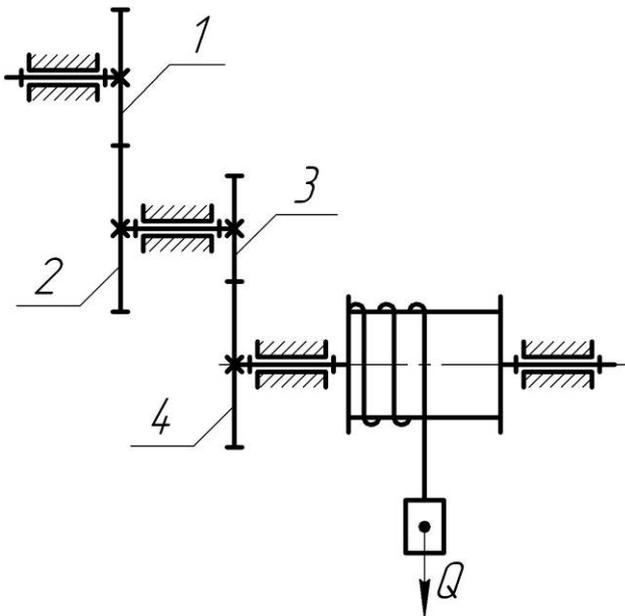
Темы 6 и 7. Динамическое исследование механизмов. Уравнение вращающихся масс.

Задача 6.1.



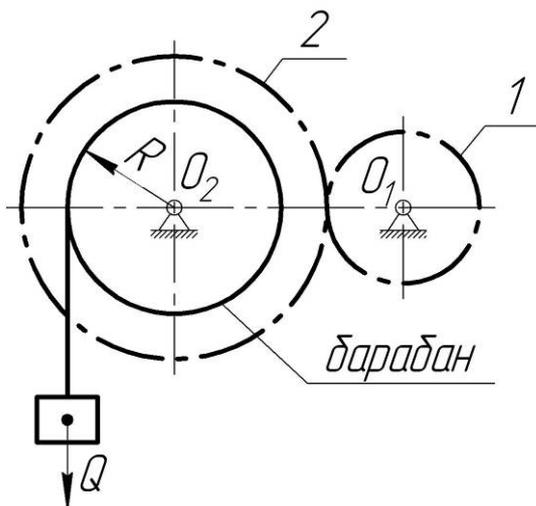
Определить движущий момент M_1 , необходимый для равномерного подъема груза весом $Q = 12000 \text{ Н}$, если радиус барабана $R = 400 \text{ мм}$, числа зубьев колес $z_1 = 25$, $z_2 = 75$, КПД лебедки $\eta = 0,90$.

Задача 6.2.



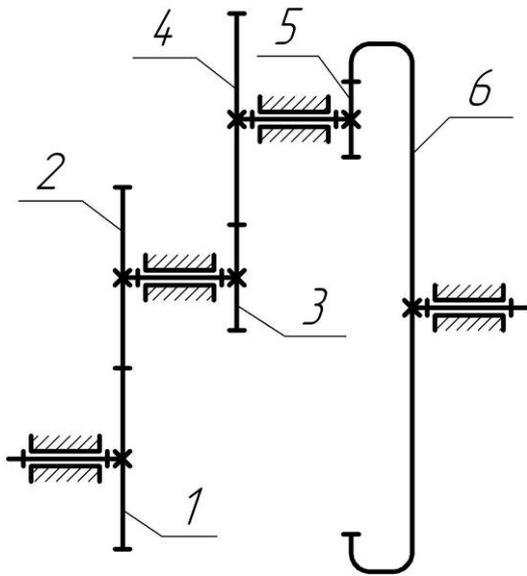
Определить мощность двигателя, необходимую для равномерного подъема груза весом $Q = 10000 \text{ Н}$ со скоростью $v = 0,4 \text{ м/с}$, если КПД одной зубчатой передачи $\eta_{з.н.} = 0,98$, КПД барабана $\eta_{б.} = 0,95$

Задача 6.3.



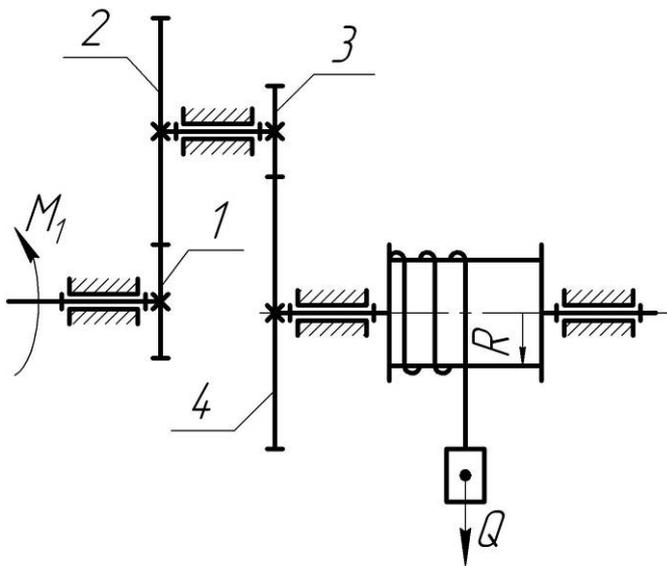
Определить приведенную к центру тяжести груза массу $m_{пр}$, если $Q = 10000 \text{ Н}$, $R = 400 \text{ мм}$, $I_1 = 0,30 \text{ кг м}^2$, $I_{2,б} = 0,80 \text{ кг м}^2$, $z_1 = 20$, $z_2 = 50$.

Задача 6.4.



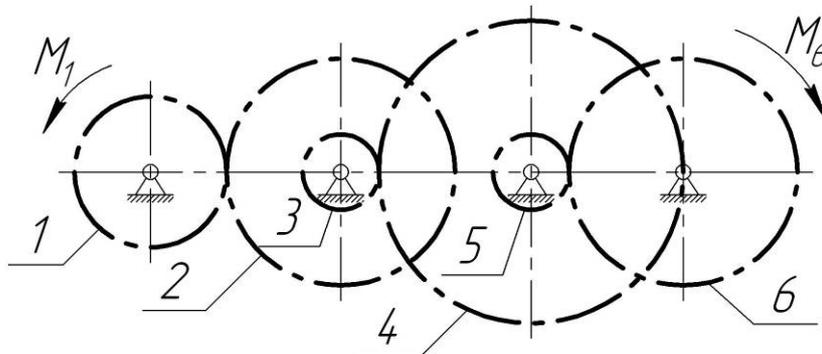
Определить приведенный к звену 6 момент инерции $I_{пр6}$ от масс всех звеньев, если их моменты инерции равны:
 $I_1 = 0,10 \text{ кг м}^2$, $I_{2,3} = 0,05 \text{ кг м}^2$,
 $I_{4,5,6} = 0,01 \text{ кг м}^2$. Числа зубьев колес:
 $z_1 = 12$, $z_2 = 24$, $z_3 = 14$, $z_4 = 28$, $z_5 = 10$,
 $z_6 = 60$.

Задача 6.5.



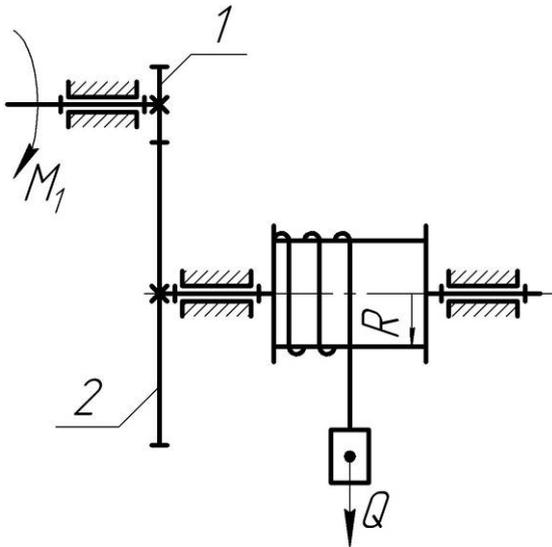
Определить приведенный к звену 1 момент $M_{пр1}$ от момента $M_1 = 200 \text{ Нм}$ и силы веса груза $Q = 4000 \text{ Н}$, если $z_1 = 15$, $z_2 = 30$,
 $z_3 = 12$, $z_4 = 36$, $R = 300 \text{ мм}$.

Задача 6.6.



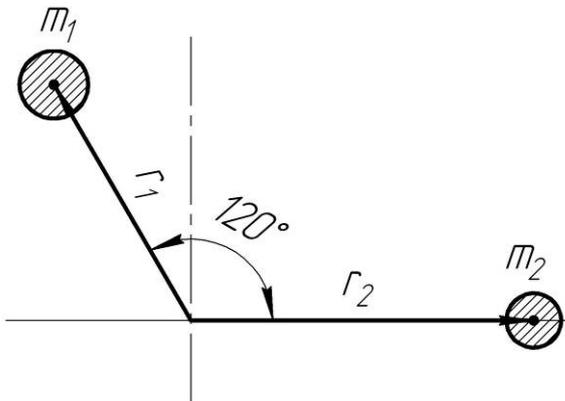
Определить приведенный к звену 6 момент $M_{пр6}$ от моментов $M_1 = 100 \text{ Нм}$ и $M_6 = 400 \text{ Нм}$, если
 $z_1 = 20$, $z_2 = 30$,
 $z_3 = 10$, $z_4 = 40$,
 $z_5 = 10$, $z_6 = 30$.

Задача 6.7.



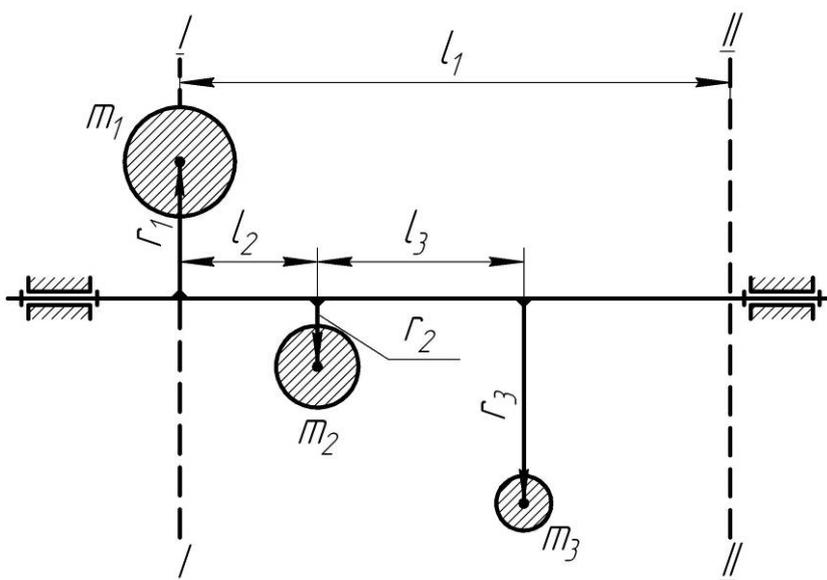
Определить ускорение груза a_{zp} , если дано: $Q = 3000 \text{ Н}$, $I_1 = 1 \text{ кг м}^2$, $I_{2,6} = 16 \text{ кг м}^2$, $M_1 = 100 \text{ Нм}$, $z_1 = 20$, $z_2 = 80$, $R = 400 \text{ мм}$.

Задача 7.1.



Определить массу противовеса m_n , который надо установить на вращающемся валу для статического уравновешивания грузов с массами $m_1 = 5 \text{ кг}$ и $m_2 = 4 \text{ кг}$, лежащих в плоскости, перпендикулярной оси вала на расстояниях $r_1 = 40 \text{ мм}$ и $r_2 = 50 \text{ мм}$, координата центра масс противовеса $r_n = 100 \text{ мм}$. Определить также угол закрепления противовеса α_n .

Задача 7.2.



Определить массы противовесов m_{nI} и m_{nII} , которые надо установить в плоскостях I и II для уравновешивания сил инерции грузов с массами $m_1 = 4 \text{ кг}$, $m_2 = 3 \text{ кг}$ и $m_3 = 2 \text{ кг}$, если координаты центров масс противовесов равны: $r_{nI} = 40 \text{ мм}$, $r_{nII} = 50 \text{ мм}$. Координаты центров масс грузов: $r_1 = 20 \text{ мм}$, $r_2 = 10 \text{ мм}$, $r_3 = 30 \text{ мм}$,

расстояния между грузами: $l_1 = 400 \text{ мм}$, $l_2 = 100 \text{ мм}$, $l_3 = 150 \text{ мм}$.

5. Темы и содержание индивидуальных домашних заданий (для студентов заочной формы обучения)

Студенты специальностей ТМ, МАШ, МВС и МЕХ заочной формы обучения выполняют контрольную работу на тему: структурный анализ плоского стержневого механизма.

Содержание контрольной работы

1. В выбранном масштабе μ_l построить план механизма в положении, заданном углом φ_1 .
2. Определить число звеньев, число кинематических пар, их класс и подсчитать по формуле П.Л. Чебышева степень подвижности механизма.
3. Разложить механизм на структурные группы Ассур, определить их класс и указать структуру механизма.
4. Для изображенного плана механизма построить план скоростей в масштабе μ_v , записав все векторные и скалярные уравнения, необходимые для построения.
5. Определить по величине и направлению угловые скорости всех звеньев.
6. Для изображенного плана механизма построить план ускорений в масштабе μ_a , записав все векторные и скалярные уравнения, необходимые для построения.
7. Определить по величине и направлению угловые ускорения всех звеньев.

Графическая часть работы выполняется на листе формата А3.

Схемы исследуемых механизмов, варианты исходных данных и пример выполнения работы приведены в методическом пособии [17].

Студенты специальностей ЭМК заочной формы обучения выполняют контрольную работу на тему: кинематическое и динамическое исследование зубчатого механизма.

Содержание контрольной работы

1. Определить аналитически угловые скорости всех звеньев механизма лебедки.
2. Вычислить диаметры начальных окружностей всех зубчатых колес (колеса нулевые).
3. Изобразить кинематическую схему редуктора в двух проекциях.
4. Построить диаграммы линейных и угловых скоростей и, используя их, найти угловые скорости всех звеньев.
5. Угловые скорости, определенные двумя способами, свести в таблицу для сравнения их величин.
6. Определив КПД лебедки, найти момент двигателя M_0 , необходимый для равномерного подъема груза.

7. Определить приведенный к валу двигателя момент инерции лебедки I_{np1} .
8. Найти приведенный к валу двигателя момент сил M_{np1} при пуске, считая что пусковой момент двигателя $M_{\partial n} = 1,5M_{\partial}$.
9. Определить угловое ускорение I-го звена и ускорение груза при пуске.

Графическая часть работы выполняется на листе формата А2 или А3.

Схемы механизмов, варианты исходных данных и пример выполнения работы приведены в методическом пособии [12].

6. Темы и содержания заданий на курсовой проект.

Студенты всех механических специальностей дневной и заочной форм обучения выполняют курсовой проект следующего содержания:

1. Кинематическое и силовое исследование стержневого механизма.
 - 1.1. Определить длины всех звеньев и построить 12 планов механизма, соответствующих равноотстоящим положениям кривошипа. За нулевое принять одно из крайних положений механизма (см. рис. 1 каждого задания).
 - 1.2. Для заданных положений механизма построить планы скоростей и ускорений.
 - 1.3. Для одного положения механизма, заданного угловой координатой φ^* , определить силы реакций во всех кинематических парах и уравновешивающий момент, приложенный к кривошипу.
 - 1.4. Проверить уравновешивающий момент способом проф. Н.Е. Жуковского.
2. Синтез и кинематический анализ зубчатого механизма.
 - 2.1. Выполнить геометрический расчет неравносмещенного эвольвентного зацепления колес 1 и 2.
 - 2.2. Построить картину зацепления и графики коэффициентов удельных скольжений зубьев.
 - 2.3. Подобрать числа зубьев колес планетарного механизма и выполнить его кинематический анализ аналитическим и графическим методам.
3. Синтез кулачкового механизма.
 - 3.1. По заданному закону изменения аналога ускорения толкателя аналитическим интегрированием получить законы изменения аналога скорости и перемещения толкателя. Построить графики этих функций.
 - 3.2. Определить минимальный радиус центрального профиля кулачка по условию допустимого угла давления.
 - 3.3. Построить центральной и действительный профили кулачка.

Объем графической части курсового проекта для специальностей ТМ, МВС, МЕХ, МАШ и МХП – 3 листа формата А1 – исследуются шестизвенные стержневые механизмы; для специальностей ЭМК, ПТМ и ГПМ – 2,5 листа формата А1 – исследуются четырехзвенные стержневые механизмы.

Таблица исходных данных к заданию №1

№ вар.	n_{0e} об/мин	n_0 об/мин	z_1	z_2	m мм	l_{OA} мм	l_{AB} мм	l_{BC} мм	l_{CD} мм	X мм	Y мм	Y_5 мм	P_p Н	P_x Н	G_5 Н	α град	φ_y град	$\varphi_{д.с.}$ град	φ_e град	β_{max} град	γ_{min} град	l_m град	Тип ди- аграммы ускор.		
1	1500	60	14	30	3	70	260	140	260	260	90	20	1500	200	900	30	70	40	70	15	50	100	1		
2		62	15	32	4	75	265	145	265	265	95				880	60	75	40	75	40	75	16	55	110	2
3		64	16	33	5	80	270	150	270	270	100				860	90	80	40	80	40	80	17	60	120	3
4		66	13	34	3	90	275	155	275	275	105				840	120	85	40	85	40	85	18	65	130	4
5		68	12	30	4	95	280	160	280	280	110				820	150	90	40	90	40	90	15	50	140	4
6		70	14	28	5	100	285	165	285	285	115				800	180	100	40	100	40	100	16	55	150	3
7		72	15	27	3	105	290	170	290	290	120				920	210	95	40	95	40	95	17	60	160	2
8		74	16	28	4	110	295	175	295	295	125				940	240	60	40	60	40	60	18	65	170	1
9		76	12	25	5	115	300	180	300	300	130				960	270	65	40	65	40	65	15	60	100	1
10		78	13	26	3	120	305	185	305	305	135				880	300	70	50	70	50	70	16	65	110	2
11		80	14	24	4	120	300	180	305	305	135				900	330	75	50	75	50	75	17	70	120	3
12		60	15	34	5	115	295	175	295	295	130				980	30	80	50	80	50	80	18	65	130	4
13		62	16	31	3	110	290	170	290	290	125				860	60	85	50	85	50	85	15	50	140	3
14		64	14	32	4	105	285	165	285	285	120				840	90	90	50	90	50	90	16	55	150	2
15		66	15	30	5	100	280	160	280	280	115				820	120	100	50	100	50	100	17	60	160	1
16		70	13	38	3	95	275	155	275	275	110				800	150	95	50	95	50	95	18	65	170	4
17		72	14	40	4	90	270	150	270	270	105				720	210	105	50	105	50	105	15	60	170	1
18		74	15	29	5	85	275	155	260	260	105				740	240	60	50	60	50	60	16	50	160	2
19		76	16	34	3	80	265	145	265	265	100				760	270	65	50	65	50	65	17	55	150	3
20		78	15	27	4	75	260	140	260	260	95				780	300	70	30	70	30	70	18	65	140	4
21		80	14	25	5	70	270	155	270	270	95				1000	330	75	30	75	30	75	15	50	130	1
22		68	13	34	3	120	295	175	295	295	100				1080	60	80	30	80	30	80	16	55	120	2
23		70	12	30	4	115	290	170	290	290	125				1060	90	85	30	85	30	85	17	60	110	3
24		60	15	32	5	110	285	165	285	285	120				1040	120	90	30	90	30	90	18	65	100	4
25		62	16	33	3	100	275	155	275	275	110				1020	240	95	30	95	30	95	15	60	110	3
26		64	13	32	4	95	270	150	270	270	105				1300	270	100	30	100	30	100	16	65	120	2
27		60	15	34	5	90	275	155	260	260	105				900	300	60	30	60	30	60	17	50	130	4
28		68	16	35	3	85	265	145	265	265	100				920	330	65	30	65	30	65	18	60	140	1
29		70	11	36	4	80	260	140	260	260	95				940	180	80	35	80	35	80	15	65	150	2
30		72	13	33	5	75	270	150	270	270	90				860	60	85	35	85	35	85	16	50	160	3

ЗАДАНИЕ №2 НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

«Спроектировать и исследовать механизм вырубного пресса»

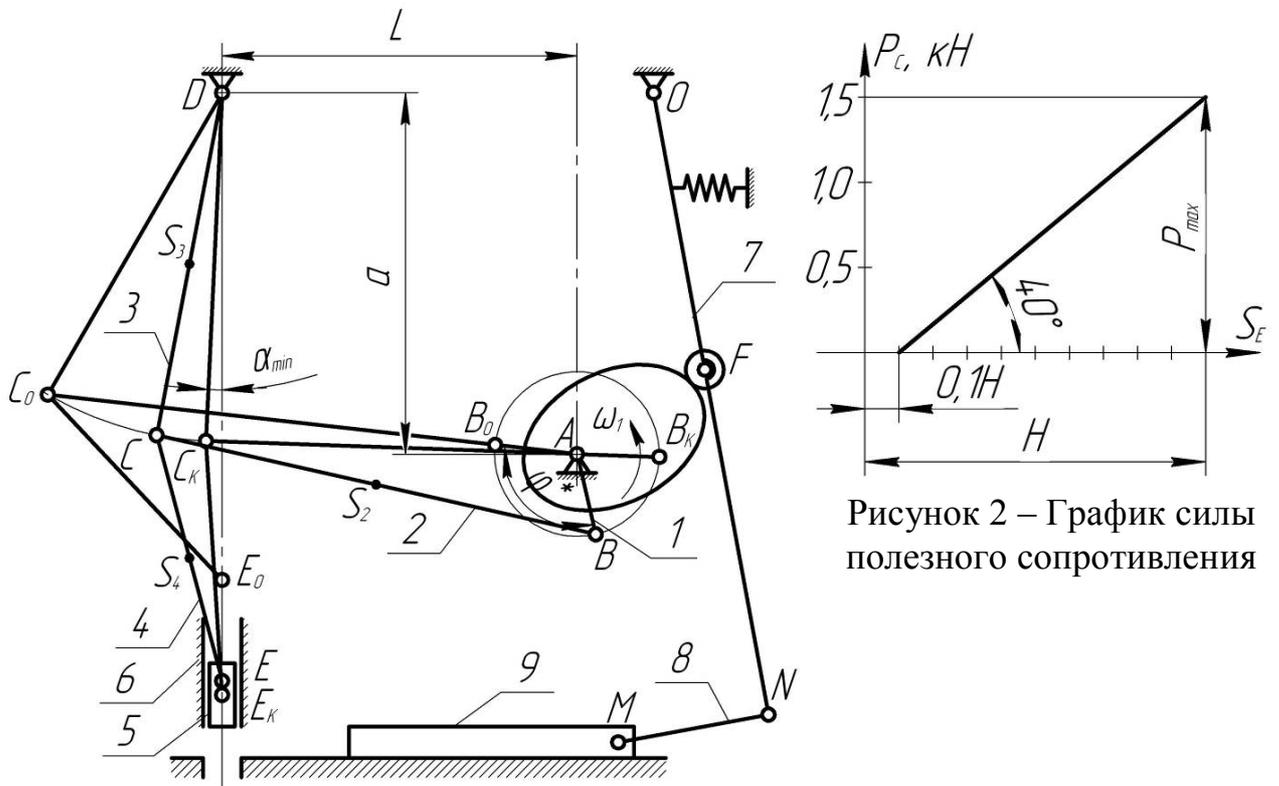


Рисунок 2 – График силы полезного сопротивления

Рисунок 1 – Схема стержневого и кулачкового механизмов

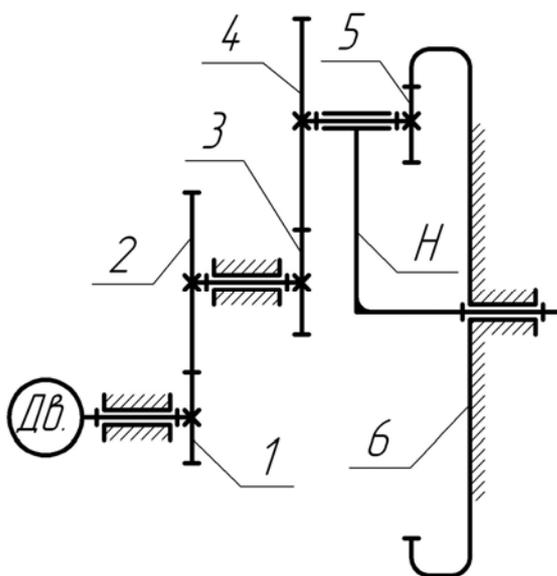


Рисунок 3 – Кинематическая схема редуктора

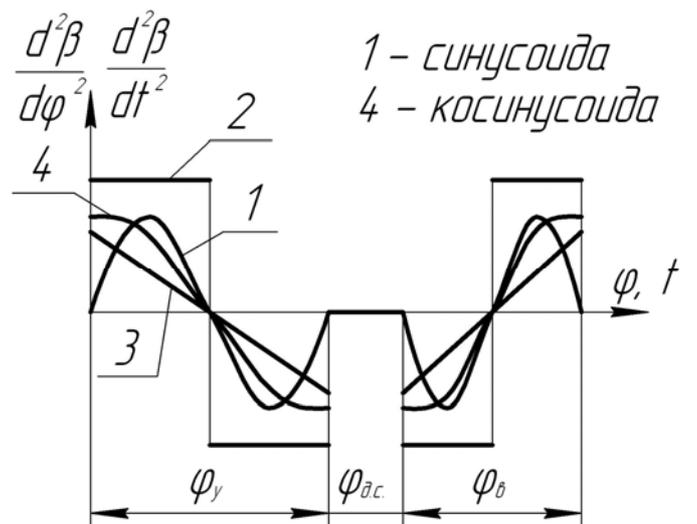


Рисунок 4 – Диаграммы угловых ускорений толкателя

Таблица исходных данных к заданию №2

№ вар.	$n_{0в}$ об/мин	n_0 об/мин	z_1	z_2	m мм	H мм	$\ell_3 = \ell_4$ мм	L мм	α_{min} град	a мм	m_5 кг	φ^* град	ℓ_{OF} мм	φ_y град	$\varphi_{д.с.}$ град	φ_6 град	β_{max} град	σ_{max} град	Тип ди- аграммы ускор.
1	1485	60	14	30	3	60	160	240	10	190	18	30	110	80	40	70	16	30	1
2		62	15	32	4	62	165	245	9	190	19	90	115	85	40	75	18	30	2
3		64	16	33	5	64	170	250	8	200	20	150	120	80	40	80	19	35	3
4		66	13	34	3	66	175	255	7	200	21	60	125	85	40	80	20	35	4
5		68	12	30	4	68	180	260	6	210	22	120	130	90	40	100	16	30	1
6		70	14	23	5	70	185	265	5	210	18	90	135	100	40	110	17	30	2
7		72	15	27	3	72	190	270	8	215	19	180	140	95	40	95	18	35	3
8		74	16	26	4	74	195	275	10	215	20	120	120	70	40	60	19	35	4
9		76	12	25	5	76	200	280	9	220	21	150	130	85	40	65	20	30	1
10		78	13	26	3	78	205	285	8	220	22	210	140	90	50	70	16	30	2
11		80	14	24	4	80	210	290	7	230	18	300	125	75	50	95	17	35	3
12		66	15	30	5	82	215	295	6	230	19	120	135	85	50	95	18	35	4
13		62	16	31	3	84	220	300	5	240	20	210	145	105	50	95	19	30	1
14		64	14	32	4	86	225	305	5	240	21	210	120	105	50	115	20	30	2
15		60	15	34	5	88	230	310	7	245	22	240	130	90	50	80	17	35	3
16		68	16	36	3	90	235	315	6	248	18	60	125	90	50	90	18	35	4
17		70	13	38	4	92	240	320	8	260	19	90	135	110	50	100	19	30	1
18		72	14	40	5	94	245	325	9	260	20	120	140	100	30	80	20	30	2
19		74	15	29	4	96	250	330	10	270	21	150	115	85	30	105	21	35	3
20		76	16	34	4	98	255	340	7	270	22	270	130	90	30	120	18	35	4
21		73	14	30	5	80	210	295	9	220	24	210	120	80	30	100	19	30	2
22		75	15	32	4	84	220	305	8	240	26	330	125	95	40	110	20	30	3
23		77	13	26	5	86	220	310	9	250	25	300	130	100	40	80	18	30	4
24		75	16	30	4	88	220	310	8	250	27	60	135	100	30	90	17	30	2

ЗАДАНИЕ №3 НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

«Спроектировать и исследовать механизмы поршневого насоса»

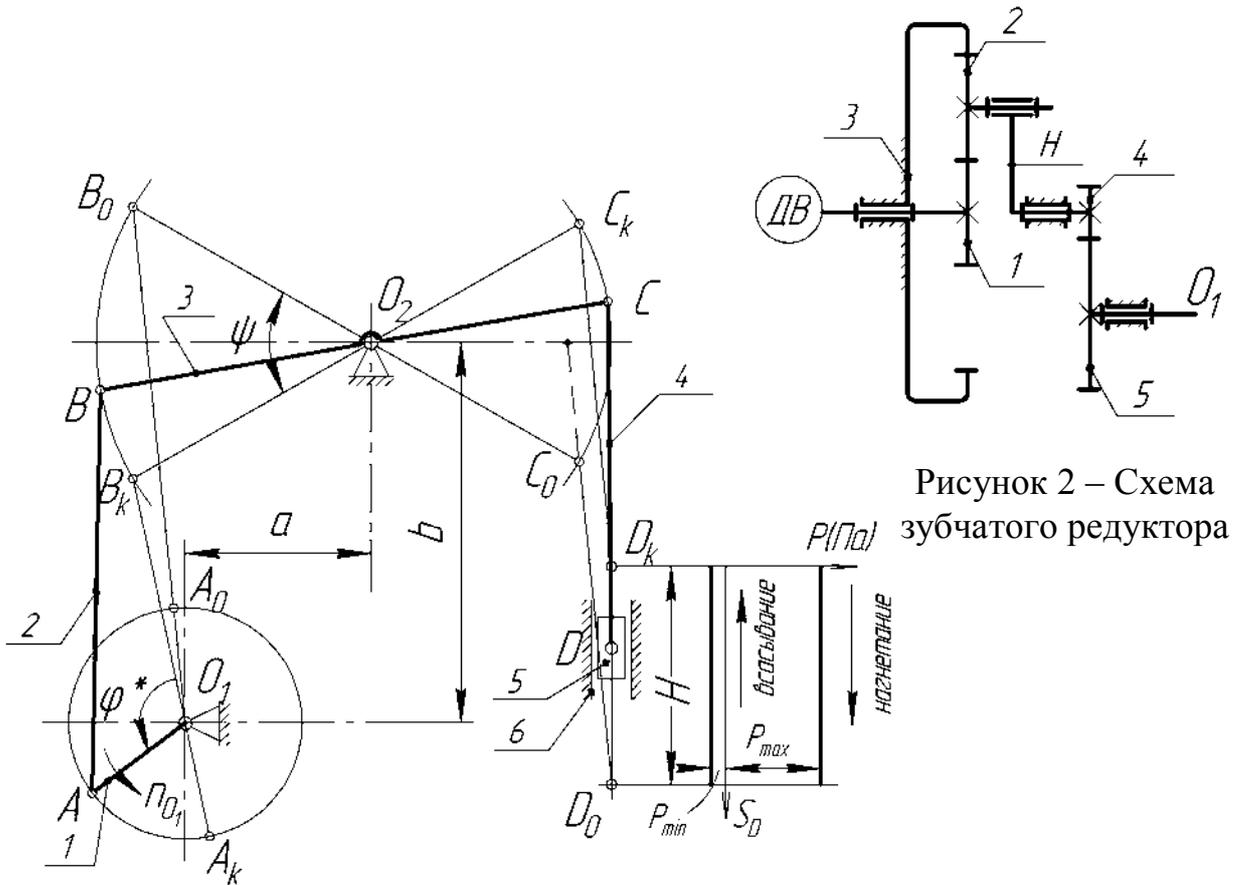


Рисунок 1 – Схема рычажного механизма

Рисунок 2 – Схема зубчатого редуктора

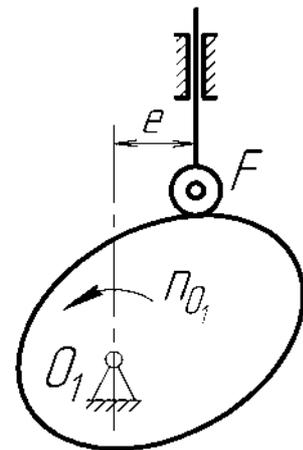
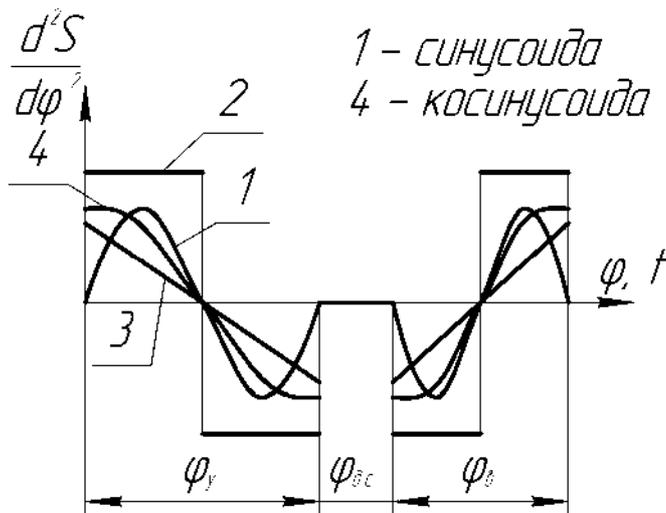


Рисунок 3 – Схема кулачкового механизма

Рисунок 4 – Диаграммы аналогов ускорений толкателя

Таблица исходных данных к заданию №3

№ вар.	$n_{дв}$, об/мин	n_{01} , об/мин	z_4	z_5	m , мм	H , мм	d , мм	Ψ , град	a , мм	b , мм	λ_1	λ_2	P_{max} , Па	φ^* , град	h , мм	e , мм	φ_y , град	$\varphi_{д.с}$, град	$\varphi_{в}$, град	γ_{min} , град	тип аналога ускорения
1	1480	125	16	25	4	100	100	36	105	230	1.3	1.2	30x10 ⁴	30	70	20	85	60	130	50	1
2		130	14	26	5	110	100	38	100	230	1.2	1.2		60	74		90	70	110		2
3		135	15	30	3	120	90	40	110	230	1.3	1.2		90	76		95	80	130		3
4		35x10 ⁴	140	13	24	5	130	80	42	105	230	1.1	1.15	120	78	25	100	80	145	50	4
5			115	15	28	4	140	110	44	100	230	1.1	1.15	150	80		105	70	150		1
6			120	13	28	3	105	100	46	90	210	1.3	1.35	180	82		110	60	90		2
7		40x10 ⁴	125	15	32	3	115	80	48	90	230	1.2	1.35	210	84	18	115	65	100	50	3
8			130	16	30	4	125	90	50	100	230	1.3	1.35	240	86		120	75	95		4
9			142	14	24	5	135	100	36	110	230	1.0	1.2	270	88		130	85	120		1
10		45x10 ⁴	128	13	22	5	104	110	38	105	220	1.2	1.3	300	90	20	125	60	150	50	2
11			134	12	25	4	114	100	40	100	230	1.3	1.3	330	92		135	70	100		3
12			120	12	28	3	124	80	42	110	220	1.2	1.2	120	94		140	80	95		4
13		50x10 ⁴	118	12	22	5	134	90	44	105	250	1.3	1.2	150	70	25	145	80	100	55	1
14			115	13	26	4	112	100	46	100	230	1.4	1.2	180	72		150	60	120		2
15			136	15	25	5	122	110	48	95	220	1.2	1.3	200	74		100	70	80		3
16	970	90	14	32	3	132	110	50	110	220	1.3	1.2	30x10 ⁴	60	76	18	105	65	90	55	4
17		92	13	30	3	142	100	50	105	220	1.2	1.4		270	78		110	75	140		1
18		94	14	25	4	106	80	48	90	200	1.2	1.35		90	80		115	85	130		2
19		35x10 ⁴	96	16	28	4	116	90	46	85	200	1.15	1.2	30	82	20	120	50	100	55	3
20			100	16	26	5	126	100	44	105	250	1.4	1.0	210	84		130	55	95		4
21			88	15	34	4	136	90	40	100	230	1.0	1.0	120	86		105	60	90		1
22		40x10 ⁴	95	15	24	3	146	80	42	105	230	1.0	1.0	330	88	24	140	65	110	55	2
23			85	12	20	5	108	100	44	95	220	1.3	1.25	240	90		150	70	120		3
24			105	14	20	3	118	110	46	100	220	1.3	1.2	150	92		145	75	90		4
25		45x10 ⁴	98	13	23	4	128	90	36	110	230	1.0	1.0	60	94	26	155	80	110	50	1
26			102	13	20	5	138	100	46	105	230	1.1	1.25	120	96		160	85	100		2
27			90	14	28	3	120	80	48	90	230	1.3	1.2	210	90		140	90	90		3
28		50x10 ⁴	110	16	24	4	144	100	40	100	240	1.0	1.2	270	86	16	130	50	95	55	4
29			98	12	24	5	125	80	42	105	230	1.2	1.1	300	84		120	55	105		1
30			80	14	22	4	135	90	44	110	240	1.2	1.15	90	78		110	60	120		2

ЗАДАНИЕ №4 НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

«Спроектировать и исследовать механизмы передвижения корзины
коксонаправляющей»

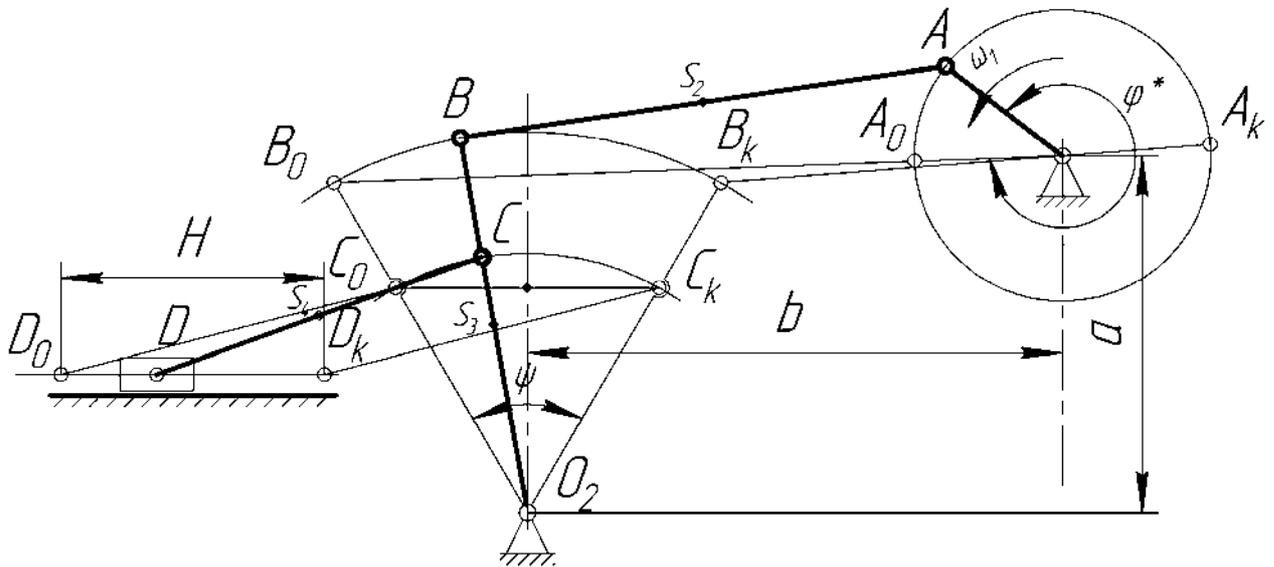


Рисунок 1 – Схема рычажного механизма

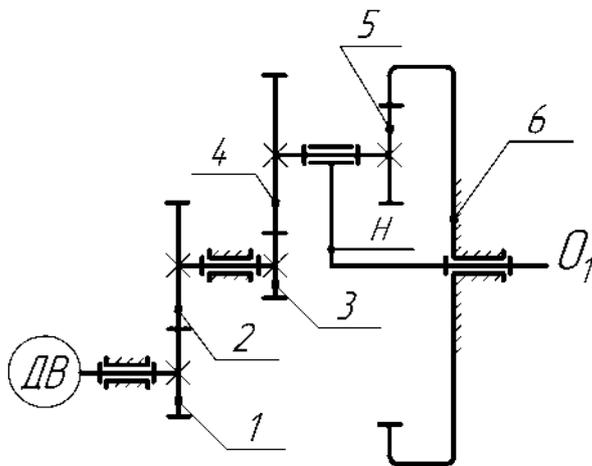


Рисунок 2 –
Кинематическая схема
редуктора

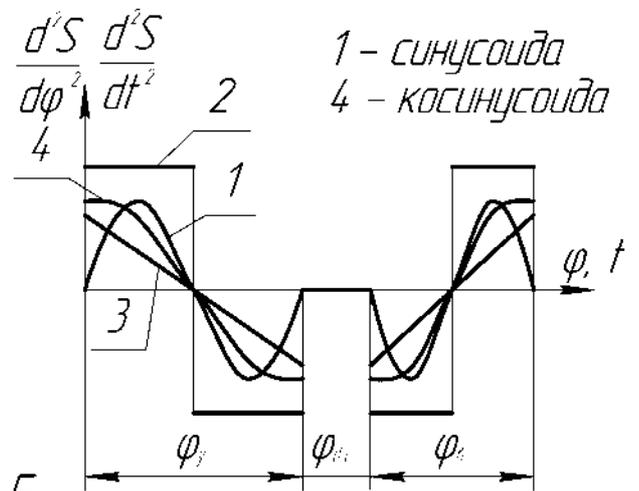


Рисунок 4 – Диаграммы
ускорений толкателя

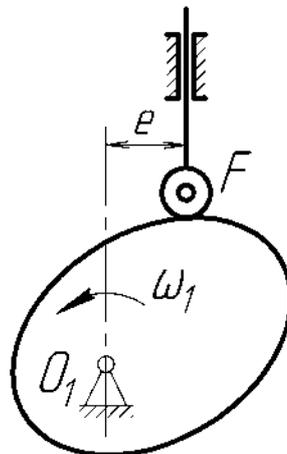


Рисунок 3 – Схема
кулачкового механизма

Таблица исходных данных к заданию №4

№ вар.	$n_{дв}$, об/мин	n_{01} , об/мин	z_1	z_2	m , мм	H , мм	a , мм	b , мм	d , мм	Ψ , град	λ_1	λ_2	P_C , Н	φ^* , град	h , мм	e , мм	φ_y , град	$\varphi_{д.с}$, град	φ_b , град	γ_{min} , град	тип диаграммы ускорения толкателя
1	1480	50	12	30	3	500	1000	900	500	40	1.5	1.8	5000	30	70	15	90	30	120	45	1
2		52	13	34	3	400	1000	900	500	50	2.2	1.7	5500	60	75	20	100	40	110	50	2
3		54	14	30	4	700	1000	900	500	60	1.5	1.2	6000	90	80	25	110	30	130	45	3
4		56	15	34	4	600	1000	900	450	40	2.0	1.2	5000	120	85	15	115	40	140	50	4
5		58	16	30	5	500	1000	900	500	50	1.8	1.6	5500	150	90	20	120	30	110	45	1
6		60	15	32	5	400	1000	900	400	40	2.2	1.8	6000	180	95	25	125	40	120	50	2
7		62	14	32	4	700	1000	900	500	40	1.5	1.2	5000	210	100	15	130	30	130	45	3
8		64	13	32	5	600	1000	900	400	50	1.8	1.2	5500	240	70	20	135	40	140	50	4
9		66	12	28	3	500	1000	900	500	60	2.0	1.8	6000	270	75	25	140	30	110	45	1
10		68	11	26	4	700	1000	900	500	50	1.7	1.1	6500	300	80	15	145	40	110	50	2
11		70	12	34	3	600	1000	900	400	60	1.8	1.2	7000	330	85	20	150	30	115	45	3
12		72	13	28	4	300	1000	900	500	40	2.5	1.8	7500	30	90	25	145	50	120	50	4
13		74	14	28	5	500	1000	900	500	40	2.0	1.5	5000	60	95	15	140	60	125	45	1
14		76	15	30	4	400	1000	900	500	50	1.8	1.5	6000	90	100	20	135	50	130	50	2
15		78	16	28	3	700	1000	900	500	60	1.8	1.3	6500	120	72	25	130	60	90	45	3
16		80	11	30	5	600	1000	900	500	40	1.7	1.5	7000	150	74	15	125	50	95	50	4
17		55	12	24	3	500	1000	900	400	50	1.6	1.3	7500	180	76	20	120	60	100	45	1
18		65	13	30	5	400	1000	900	400	40	1.8	1.4	5000	210	78	25	115	50	105	50	2
19		75	14	24	4	700	1000	900	600	40	1.6	1.3	5500	240	82	15	110	60	110	45	3
20		60	15	26	3	600	1000	900	500	50	1.6	1.3	6000	270	84	20	105	50	120	50	4
21		62	16	24	5	300	1000	900	550	40	2.2	2.0	6500	300	86	25	100	60	130	45	1
22		64	12	26	3	500	1000	900	600	60	2.2	1.5	7000	330	88	15	95	50	140	50	2
23		66	13	22	4	700	1000	900	500	50	1.6	1.0	5500	60	92	20	90	60	145	45	3
24		68	14	26	4	600	1000	900	400	60	1.6	1.4	6000	90	94	25	85	50	100	50	4
25		70	15	22	5	300	700	800	400	60	2.2	2.0	6500	210	96	15	80	60	110	45	2
26		65	13	30	4	400	1000	900	500	45	2.0	1.6	6000	240	95	15	120	50	100	55	4
27		68	14	28	3	450	1000	900	600	45	2.2	1.7	5400	120	98	20	100	60	120	50	3
28		70	15	36	5	550	1000	900	450	45	2.1	1.4	6300	150	88	15	130	50	120	60	2

ЗАДАНИЕ №5 НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

«Спроектировать и исследовать механизмы брикетирочного автомата»

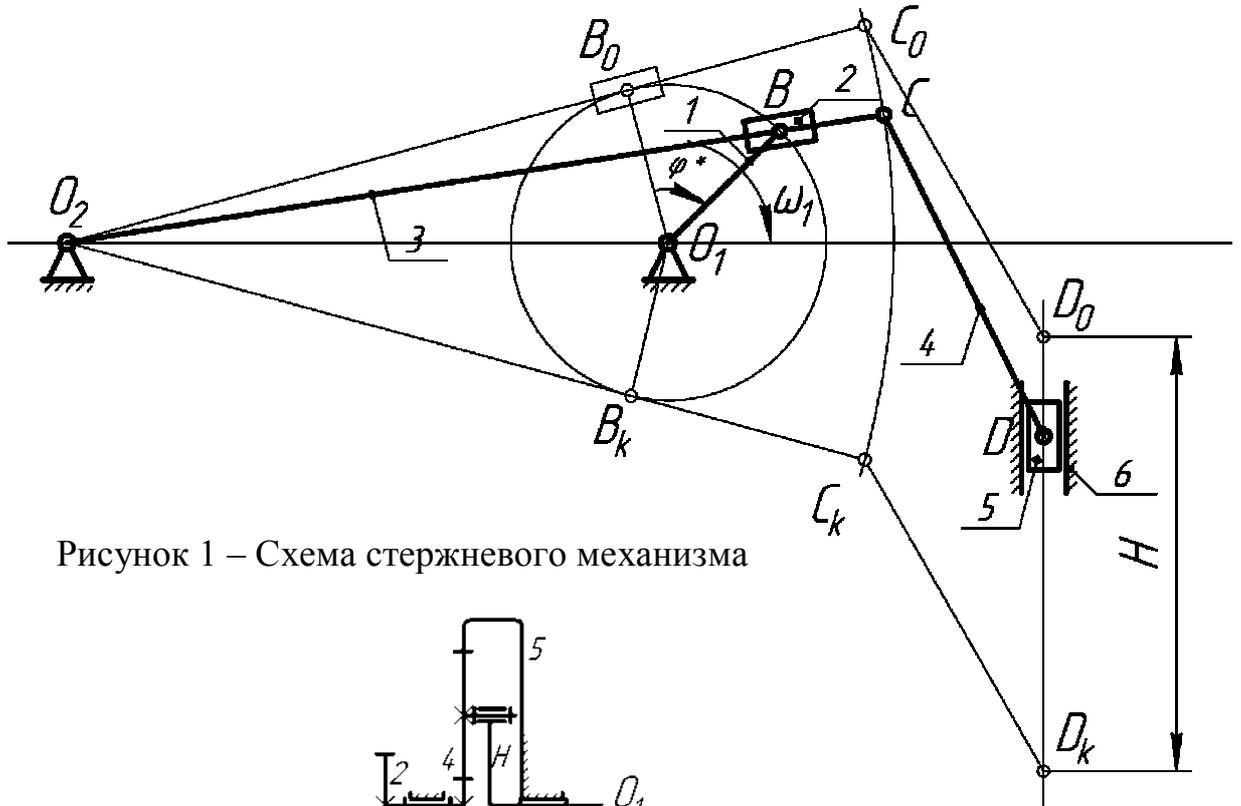


Рисунок 1 – Схема стержневого механизма

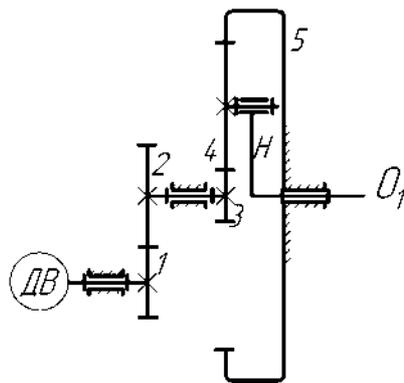


Рисунок 2 – Схема зубчатого редуктора

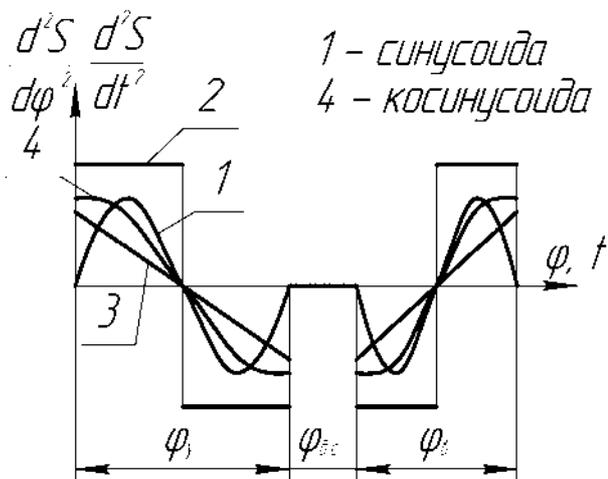


Рисунок 4 – Диаграммы ускорений толкателя

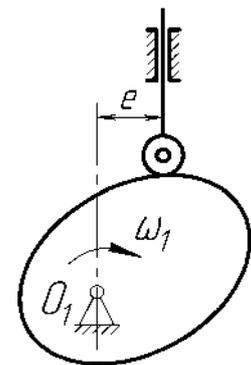


Рисунок 3 – Схема кулачкового механизма

Таблица исходных данных к заданию №5

№ вар.	$n_{дв}$, об/МИН	n_{O1} , об/МИН	z_1	z_2	m , ММ	H , ММ	λ	O_1O_2 , ММ	x , ММ	k	P_C , Н	φ^* , град	h , ММ	e , ММ	φ_y , град	$\varphi_{д.с.}$, град	$\varphi_{в.}$, град	γ_{min} , град	тип аналога ускорения толкателя			
1	980	54	12	26	3	320	0.40	350	350	1.40	1400	20	60	12	90	40	120	55	1			
2		56	13	30	4	340	0.38	350	460	1.35		30	65	15	100	45	110		2			
3		58	14	26	5	360	0.36	350	330	1.45		40	70	18	110	50	100		3			
4		60	15	32	3	380	0.34	400	260	1.50		50	75	12	120	40	90		4			
5		62	12	28	4	400	0.32	400	280	1.55	1600	60	80	15	130	45	130		1			
6		64	13	29	5	420	0.30	400	290	1.60		70	85	18	140	50	120		2			
7		66	14	30	4	440	0.40	450	470	1.40		80	90	20	90	40	140		3			
8		68	15	34	3	460	0.38	450	600	1.35		90	62	12	100	45	115		4			
9		70	16	36	5	480	0.36	450	450	1.45	1600	100	64	15	110	50	135		1			
10		72	12	38	3	500	0.34	510	340	1.50		110	66	18	120	40	140		2			
11		74	13	26	4	520	0.32	510	360	1.55		120	68	20	130	45	90		3			
12		52	14	27	5	540	0.30	510	330	1.60		130	72	12	140	50	95		4			
13		1470	55	15	28	4	560	0.32	400	400	1.65	1500	140	74	15	90	40		100	60	1	
14			65	16	30	3	350	0.34	400	340	1.40		150	76	18	100	45		130		2	
15			100	12	32	5	450	0.36	400	390	1.50		160	78	20	110	50		120		3	
16			102	13	34	3	550	0.38	410	500	1.60		180	82	12	120	40		100		4	
17	104		14	36	4	510	0.40	410	360	1.65	1500	190	84	15	130	45	110	60	1			
18	106		15	30	5	330	0.30	410	280	1.40		210	86	18	140	50	90		2			
19	108		16	34	4	370	0.32	360	350	1.45		220	88	20	90	40	110		3			
20	110		12	30	3	390	0.34	360	360	1.50		230	62	12	100	45	100		4			
21	1470		115	13	32	5	410	0.36	360	320	1.55	1700	250	65	15	110	50		85		60	1
22			120	14	32	4	480	0.38	440	340	1.60		270	68	18	120	40		110			2
23			125	15	28	3	490	0.40	440	360	1.65		280	70	20	130	45		100			3
24			130	16	28	5	470	0.32	440	580	1.40		300	72	12	140	50		100			4
25	1470		122	12	25	4	510	0.34	470	540	1.45	1700	310	75	15	100	40		90		60	1
26			112	13	27	3	530	0.36	470	430	1.50		320	78	18	110	45		80			2
27			118	14	27	5	500	0.38	470	400	1.55		330	80	20	120	50		120			3
28			126	15	34	4	520	0.40	470	370	1.60		340	60	15	130	45		80			4

ЗАДАНИЕ №6 НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

«Спроектировать и исследовать механизмы строгального станка»

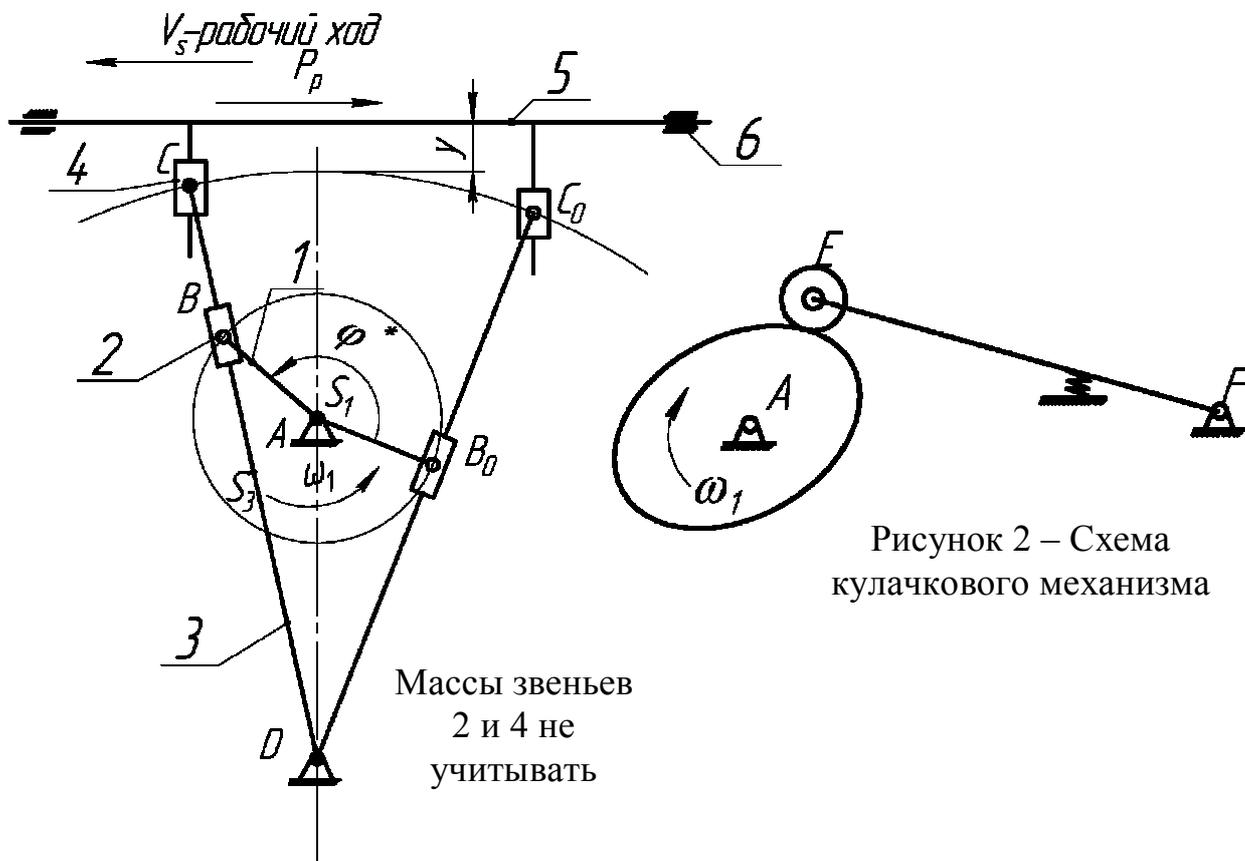


Рисунок 2 – Схема кулачкового механизма

Рисунок 1 – Схема стержневого механизма

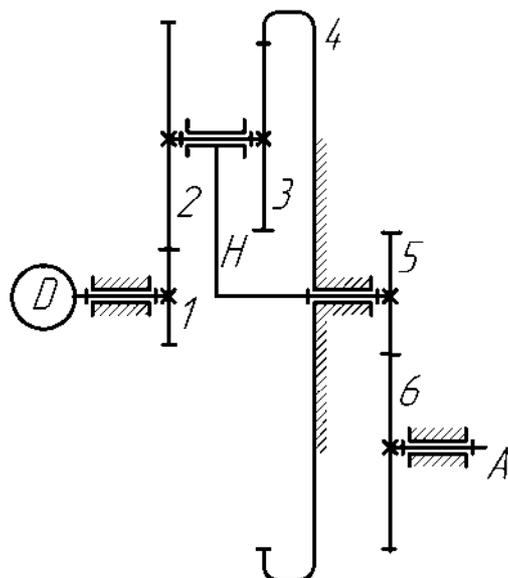


Рисунок 3 – Схема зубчатого редуктора

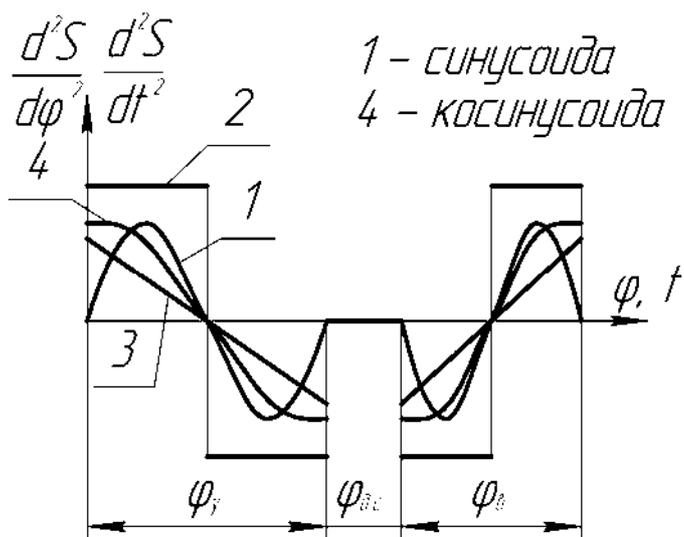


Рисунок 4 – Диаграммы ускорений толкателя

Таблица исходных данных к заданию № 6

№ вар.	$n_{дв}$ об/мин	n_A об/мин	Z_5	Z_6	m мм	l_{AB} мм	l_{AD} мм	l_{DC} мм	y мм	P_p Н	P_x Н	φ^* град	β_{max} град	l_T мм	φ_y град	$\varphi_{д.с.}$ град	φ_B град	Тип диагр. ускор.
1	1460	72	14	30	4	70	280	470	20	2200	400	30	20	140	90	40	110	а
2		74	15			5	80					300		60	120		150	95
3		76	16	32	3	90	300	25	2400	500	600	90	22	130	100	50	130	в
4		78	12			6	100					290		120	140		105	105
5		80	13	34	4	95	480	30	2400	500	600	120	23	140	110	65	140	а
6		82	14			5						85		320	180		130	120
7		84	15	26	3	100	490	24	2400	500	600	150	21	145	115	65	100	в
8		86	16			4						80		330	60		120	135
9		88	17	33	5	75	480	25	2400	500	600	270	19	142	100	65	90	а
10		90	12			6						80		300	120		140	100
11		92	13	28	3	90	490	30	2400	500	600	330	21	148	95	65	80	в
12		94	14			4						80		320	60		120	150
13		96	15	33	5	100	490	24	2400	500	600	180	23	150	100	65	90	а
14		98	16			3						95		330	90		140	100
15		100	11	34	4	85	480	24	2400	500	600	120	19	146	95	65	85	в
16		85	12			5						92		300	150		130	120
17		75	13	27	3	94	490	24	2400	500	600	180	21	150	100	65	90	а
18		95	14			4						96		290	60		120	134
19		88	15	31	5	98	480	24	2400	500	600	240	23	144	110	65	80	в
20		76	16			4						102		320	90		140	100
21		78	11	35	3	72	490	24	2400	500	600	300	21	150	115	65	95	а
22		74	12			4						74		280	150		130	120
23		79	13	36	5	76	480	24	2400	500	600	330	23	152	120	65	100	в
24		83	14			6						78		290	60		120	132
25		85	15	29	4	80	475	28	2400	500	600	120	21	144	100	65	85	а
26		92	11			5						82		295	90		140	100
27		95	12	36	4	84	475	28	2400	500	600	150	23	146	110	65	90	в
28		93	13			5						86		280	180		130	120
29		97	14	29	3	88	475	28	2400	500	600	210	21	138	115	65	100	а
30		99	15			4						90		300	120		140	100

ЗАДАНИЕ №7 НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

«Спроектировать и исследовать зубчато-рычажный механизм замыкания контактов и кулачковый механизм»

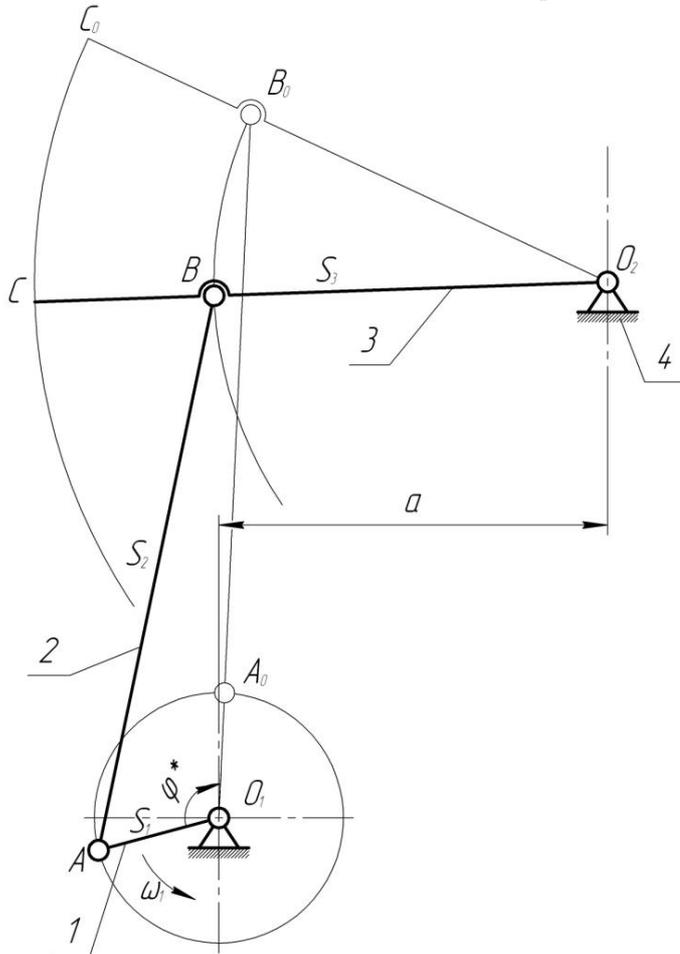


Рисунок 1 – Схема стержневого механизма

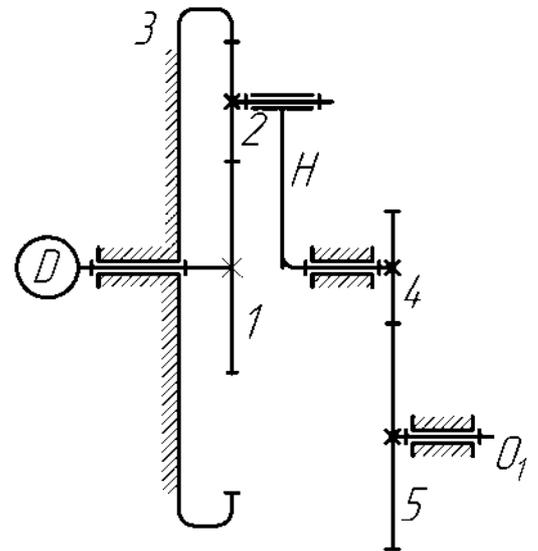


Рисунок 2 – Схема зубчатого редуктора

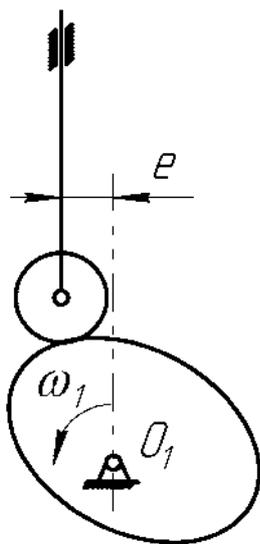


Рисунок 3 – Схема кулачкового механизма

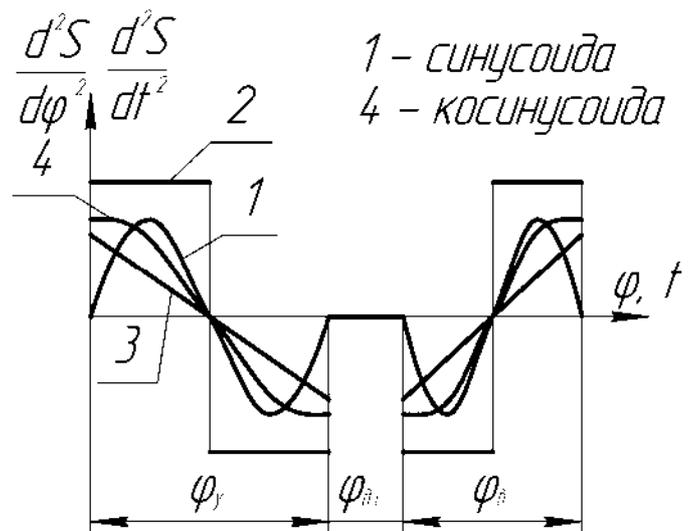


Рисунок 4 – Диаграммы ускорений толкателя

Таблица исходных данных к заданию №7

№ вар.	$n_{дв}$ МИН -1	n_{01} МИН -1	Z_4	Z_5	m мм	I_{01A} мм	$I_{дв}$ мм	$I_{в02}$ мм	$I_{с02}$ мм	I_{0102} мм	a мм	M_c Нм	ϕ^* град	h мм	e мм	ϕ_y град	$\phi_{д.с.}$ град	$\phi_{в}$ град	γ_{min} град	Тип диагр. уск.
1		95	11		2	30	156	54		156	48	4,4	30	80		90	40	120		1
2		98	12	25	3	34	162	55	110	162	51		60	85	20	120	40	90		2
3		100	13		4	36	168	56		168	48		90	90		100	45	110		3
4		102	14		2	27	174	58		174	51	4,6	120	82		110	50	100		4
5		104	15		3	30	180	59		180	48		150	88		130	45	130		1
6		106	16		4	34	174	60		174	52	4,8	210	84		100	45	115		2
7		108	11		2	36	168	61		168	54		240	92		140	50	120		3
8		110	12	28	3	27	162	62	120	162	48		270	86	15	90	40	140	55	4
9		105	13		4	30	156	64		156	51	5,0	300	94		110	50	135		1
10		96	14		2	33	150	65		150	54		330	80		120	40	140		2
11		102	15		3	36	156	66		156	48	5,2	30	82		130	45	90		3
12		104	16		4	28	160	55		160	46		60	84		140	50	95		4
13		106	11	23	2	30	162	56	125	162	48		90	86	18	90	40	100		1
14		98	12		3	33	165	57		165	50	5,4	120	88		100	45	130		2
15		95	13		4	36	168	58		168	45		150	90		110	50	120		3
16		98	14	27	2	27	170	59	130	170	48	5,6	210	92		120	40	100		4
17		104	15		3	30	174	60		174	52		240	94		130	45	110		1
18		96	16		4	33	176	61		176	54		270	96	16	140	50	90		2
19		90	12		2	36	180	62		180	45	5,8	300	85		90	40	110		3
20		105	13		3	27	168	64		168	48		330	95		100	45	100		4
21		110	14	30	4	30	178	65		178	51	6,0	30	105		110	50	85		1
22		94	15		2	33	174	66		174	54		60	80		120	40	110		2
23		92	11		3	36	171	67	140	171	45		90	82		130	45	100		3
24		106	12		4	42	228	78		228	72	4,5	120	84		140	50	100		4
25		104	13		2	45	235	80		235	66		240	86	15	100	40	90		1
26		102	14		3	48	240	81		240	78		270	88		110	45	80		2
27		107	15	26	4	39	230	82		230	72	5,5	300	90		120	50	120		3
28		109	16		3	42	237	83		237	66		90	95		130	45	80		2

Общие указания к выполнению курсового проекта

Массы звеньев стержневого механизма вычисляются по формуле:

$$m_i = q \cdot l_i, \text{ кг, где}$$

q - масса 1 м длины звена,

l_i - длина звена в м.

Принять $q = 80 \div 120 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$ - для заданий № 1 – 6

и $q = 20 \div 30 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$ - для задания № 7.

Центральные моменты инерции этих звеньев определяются по формуле:

$$I_{Si} = 0.1 m_i l_i^2, \text{ кг м}^2.$$

Центры тяжести звеньев принять посередине их длин.

7. Контрольные вопросы для подготовки к защите курсового проекта

Кинематическое и силовое исследование стержневого механизма

1. Сколько звеньев в рассматриваемом механизме и сколько в нем кинематических пар?
2. Какое движение совершает каждое из звеньев механизма и как звенья называются?
3. Сколько степеней свободы в рассматриваемом механизме и как это можно показать? Написать и объяснить формулу для подсчета числа степеней свободы и воспользоваться ею для подсчета.
4. Зачем построен план скоростей? Зачем построен план ускорений?
5. В каком порядке построены план скоростей и план ускорений? На основании каких уравнений? Какие рассуждения использованы для составления этих уравнений?
6. Какова цель кинетостатического расчета?
7. Как могут быть направлены реакции в плоских вращательных парах? В плоских поступательных парах?
8. Является ли исследуемый механизм статически неопределимым? Докажите.
9. Какие допущения сделаны при определении реакций в кинематических парах?
10. На какие группы звеньев разбит механизм при кинетостатическом исследовании? С какой группы начинали исследование и почему?
11. К какой системе сил приводятся силы инерции каждого из звеньев? Как определялись величины и направления сил инерции и моментов сил инерции?
12. Как заменялись сила и пара более простой системой?
13. Почему вами использован принцип Даламбера при решении задачи и в чем этот принцип заключается?
14. Из каких соображений выбирались точки, относительно которых бралась сумма моментов сил?
15. Как определялись усилия в шарнирах?
16. Напишите векторные уравнения, соответствующие построенным силовым многоугольникам.
17. Что вы определяли из многоугольника сил?
18. Как определялся уравновешивающий момент, действующий на кривошип?
19. На каком положении механики основан способ проф. Жуковского?
20. Что вы определяли способом проф. Жуковского?
21. Учтены ли были при кинетостатическом расчете или при использовании способа проф. Жуковского потери на трение?
22. Каково расхождение в % между ответами, полученными двумя способами? От чего это расхождение зависит? Как вы докажете, что такое расхождение допустимо?

23. Какие силы имеют для исследованного вами механизма наибольшее значение: полезных сопротивлений, инерционные или веса?
24. Сделайте доклад о проделанной работе, начиная с задания.

Синтез и кинематический анализ зубчатого механизма.

1. Изобразите схему и выведите формулу для передаточного отношения спроектированного вами редуктора.
2. Справедливо ли равенство $\left| \frac{\omega_1}{\omega_2} \right| = \frac{z_2}{z_1}$, если колесо 2 сателлит? В чем заключается способ Виллиса?
3. Каким условиям должен удовлетворять планетарный механизм?
4. Что происходит, если не соблюдено условие соосности?
5. Вывести зависимость между числами зубьев, исходя из условий соосности.
6. Что произойдет, если не соблюдено условие соседства?
7. Если сателлит состоит из двух неодинаковых колес, то по какому из них проверять, соблюдено ли условие соседства?
8. Нужно ли проверять на условие соосности, сборки, соседства, если в редукторе только один сателлит?
9. Какое движение совершает сателлит?
10. Покажите мгновенную ось вращения сателлита.
11. На основании каких соображений и в каком порядке строятся диаграммы линейных и угловых скоростей?
12. Как воспользоваться диаграммами для определения линейных скоростей точек, угловых скоростей звеньев, передаточных отношений?
13. Покажите на чертеже и назовите все изображенные вами окружности и дайте им определение.
14. Выведите формулу для толщины зуба по делительной окружности.
15. Покажите линию зацепления, активную длину зацепления, зоны одно- и двухпарного зацепления. Объясните, что называется коэффициентом перекрытия и какова его связь с длиной зацепления и величинами указанных зон.
16. Покажите радиусы кривизны эвольвент в начале зацепления, в полюсе, в конце зацепления. Вычислены ли в проекте величины этих радиусов?
17. Найдите на профиле зуба участки однопарного и двухпарного зацепления.
18. Найдите на профиле зуба колеса точку, которая зацепляется с данной точкой профиля зуба шестерни.
19. Какие смещения каждого из колес, а также пары применены в вашем проекте? Какие параметры колес и как изменились по сравнению с нулевым зацеплением?

20. Какое зацепление называется плотным? Напишите уравнение плотного эвольвентного зацепления.
21. Что называется исходным контуром и каковы его параметры?
22. Что называется коэффициентом смещения? Модулем?
23. В каком случае зуб подрезается инструментом реечного типа? Выведите формулу, по которой можно проверить, подрезан ли зуб?
24. Выведите формулу длины общей нормали (размера под скобу). Какое свойство эвольвенты используется при ее выводе?
25. Какие размеры, полученные графически, вы сравнивали с вычисленными?
26. Каков смысл величины и знака коэффициента удельного скольжения?

Синтез кулачкового механизма

1. Сколько в спроектированном вами кулачковом механизме звеньев, кинематических пар? Чему равна степень подвижности?
2. Из каких этапов состоит цикл работы спроектированного вами кулачкового механизма?
3. Каковы исходные данные для проектирования кулачкового механизма? В чем состоит задача синтеза (проектирования) кулачкового механизма?
4. Как получены законы движения ведомого звена (толкателя)?
5. Что называют аналогом скорости и ускорения толкателя и какова их связь соответственно со скоростью и ускорением толкателя, если кулачек вращается с постоянной скоростью?
6. Как построены графики движения и чему равны масштабные коэффициенты построений?
7. Как называются кривые графиков движения (гипербола, парабола и т.д.)? где оси этих кривых?
8. Что такое угол давления и угол передачи движения? Ограничивается ли их величина и почему?
9. Из какого условия определился минимальный радиус кулачка?
10. Какой метод применен при профилировании кулачка? Опишите метод.
11. Каковы абсолютное и обращенное движения звеньев кулачкового механизма?
12. Что понимается под центровым (теоретическим) профилем кулачка?
13. Каким образом осуществляется замыкание пары ролик-кулачок в спроектированном механизме?
14. Как вид замыкания пары ролик-кулачок учтен при проектировании механизма?

Перечень рекомендованной литературы

1. Артоболевский И.И. теория механизмов и машин: - М.: “Наука”, 1988-640с.
2. Теория механизмов и машин: Учебник для вузов/К.В.Фролов, С.А.Попов и др.: - М.: Высшая школа., 1987-490с.
3. Я.Т.Кіницький. Теорія механізмів і машин. Підручник – Київ: “Наукова думка”, 2002. - 600с.
4. Конспект лекций по курсу “Теория механизмов и машин”/Сост.:В.В.Мазуренко, В.С. Кучер, Э.Л.Гордиенко, В.А.Мешков.// <ftp://192.168.1.1/pub/pdf/konspekt.pdf>
5. Проектування циліндричного евольвентного зубчатого зачеплення. Навчальний посібник до курсового проектування з теорії механізмів і машин./Гордієнко Е.Л., Кучер В.С., Мазуренко В.В. – Донецьк: ДДТУ, 2002. - 36с.
6. Синтез і аналіз планетарних механізмів. Методичний посібник до виконання розділу курсового проекту з теорії механізмів і машин “Проектування зубчастого редуктора” (для студентів механічних спеціальностей)/Кул.: Е.Л.Гордієнко, В.В.Мазуренко, О.Л.Сотніков. – Донецьк: ДонНТУ, 2003. - 16с.
7. Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям по структурному анализу и определению степени подвижности плоских механизмов в курсе ТММ./Мешков В.А. – Донецк, ДонНТУ, 2003.-24с.
8. Методические указания к практическим занятиям по ТММ “Кинематическое исследование механизмов передачи вращательного движения”/ Мешков В.А., - Донецк: ДонНТУ, 2003. - 14с.
9. Структурний аналіз плоских механізмів. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з курсу ТММ/ Укл: В.Г.Пархоменко – Донецьк: ДонНТУ, 2004. – 24с.
- 10.Методичні вказівки з побудови планів швидкостей і прискорень важільних механізмів в рахунково-графічних роботах з теорії механізмів і машин / Мешков В.А. – Донецьк: ДонНТУ, 2004. – 23с.
11. Кінематичне дослідження плоских важільних шостиланкових механізмів за методом планів. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з курсу ТММ/ Укл.: В.Г. Пархоменко – Донецьк: ДонНТУ, 2004. – 20с.
- 12.Завдання і методичні вказівки до контрольної роботи з теорії механізмів і машин (для студентів спеціальностей ЕМК і МЕХ заочної форми навчання)/Укл.: Е.Л. Гордієнко, В.А.Мешков – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – 24с.
- 13.Структурный анализ механизмов с группами Ассура разных модификаций. Методические указания к выполнению лабораторной работы № 1 по курсу “Теория механизмов и машин” / Э.Л. Гордиенко, А.Л. Сотников. – Донецк: ДонНТУ, - 2005 – 16с.

14. Кинематическое исследование шарнирного четырехзвенника аналитическим методом. Методические указания к выполнению лабораторной работы № 2 по курсу “Теория механизмов и машин” / Э.Л. Гордиенко. – Донецк: ДонНТУ, 2005 – 10с.
15. Методические указания к выполнению лабораторной работы № 3 по курсу “Теория механизмов и машин” “Кинематический анализ кулисных механизмов”/ А.Л. Сотников. – Донецк: ДонНТУ, 2006 – 15с.
16. Методические указания к выполнению лабораторной работы № 4 по ТММ “Синтез и кинематический анализ планетарных механизмов”/ Э.Л. Гордиенко, А.Л. Сотников. – Донецк: ДонНТУ, 2006 – 12с.
17. Завдання і методичні вказівки до контрольної роботи № 1 з курсу “Теорія механізмів і машин” (для студентів механічних спеціальностей заочної форми навчання)/ Укл.: Е.Л. Гордієнко, О.Л. Сотніков. – Донецьк: ДонНТУ, 2006. – 15с.

Методические указания
к самостоятельной работе студентов
по курсу “Теория механизмов и машин”
(для студентов направления “Инженерная механика”)

Составитель: Гордиенко Эмилия Леонидовна,
ст. преподаватель.

Формат 60×84 1/2, Усл. печ. л. , тираж – 100 экз.
Адрес: г. Донецк, ул. Артема 58, ДонНТУ.