

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА)

ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

**Методические указания
для самостоятельной подготовки к экзамену**

**для студентов технических специальностей
заочной формы обучения**

Утверждено на заседании
методического совета
Протокол № 2 от 17.12.2015

Краматорск
ДГМА
2015

УДК 621.01

Теория механизмов и машин : методические указания для самостоятельной подготовки к экзамену для студентов технических специальностей заочной формы обучения / сост. Н. В. Чоста. – Краматорск : ДГМА, 2015. – 20 с.

Предназначены для самостоятельной подготовки студентов заочной формы обучения технических специальностей к сдаче экзамена по дисциплине «Теория механизмов и машин». Содержат структуру, пример экзаменационного билета и примеры решения задач, включенных в билеты, перечень вопросов для подготовки к экзамену, список литературы, а также критерии оценки экзаменационного билета.

Составитель Н. В. Чоста, доц.

Отв. за выпуск С. Г. Карнаух, доц.

Навчальне видання

ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

Методичні вказівки
для самостійної підготовки до екзамену
для студентів технічних спеціальностей
заочної форми навчання
(Російською мовою)

Укладач ЧОСТА Наталія Вікторівна

За авторським редагуванням

Комп'ютерне верстання О. М. Болкова

25/2015. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 1,16.
Обл.-вид. арк. 0,83. Тираж 2 пр.

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Структура билета экзаменационной работы	5
2 Пример билета	6
3 Примеры решения типовых задач экзаменационных билетов....	8
4 Перечень экзаменационных вопросов	15
5 Критерии оценки экзаменационного билета	18
Список литературы.....	20

ВВЕДЕНИЕ

Теория механизмов и машин (ТММ) – одна из первых инженерных дисциплин, с которой встречаются студенты механических специальностей. Знание основ общего машиноведения необходимо каждому современному инженеру, оно поможет ему понимать общие методы исследования и проектирования механизмов и машин.

Являясь научной основой специальных курсов по проектированию машин отраслевого назначения, ТММ решает следующие задачи:

- учит студентов общим методам исследования и проектирования механизмов машин и приборов;

- учит понимать общие принципы реализации движения с помощью механизмов, взаимодействие механизмов и машин, обуславливающее кинематические и динамические свойства механической системы;

- учит системному подходу к проектированию машин и механизмов, нахождению оптимальных параметров механизмов по заданным условиям работы.

Самостоятельная работа студентов – важнейшее дополнение к лекциям и практическим занятиям. Только систематическое самостоятельное овладение теоретическим курсом и решение задач позволят студенту приобрести необходимые знания, умения и навыки.

Учитывая потребности студентов заочного отделения и недостаток времени на консультации, данные методические указания предназначены для самостоятельной работы студентов при подготовке к экзамену по дисциплине «Теория механизмов и машин». Данная методическая разработка охватывает все основные разделы курса и содержит: структуру, пример экзаменационного билета и примеры решения задач, включенных в билеты, перечень вопросов для подготовки к экзамену, список литературы, а также критерии оценки экзаменационного билета.

1 СТРУКТУРА БИЛЕТА ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Таблица 1.1

№ п/п	Структура экзаменационного билета	Максимальное количество баллов
1	Теоретический вопрос	10
2	Задача 1. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов способом построения планов скоростей.	30
3	Задача 2. Кинематический анализ многоступенчатых рядовых зубчатых механизмов.	35
4	Задача 3. Структурный анализ механизма манипулятора.	25

2 ПРИМЕР БИЛЕТА



ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ

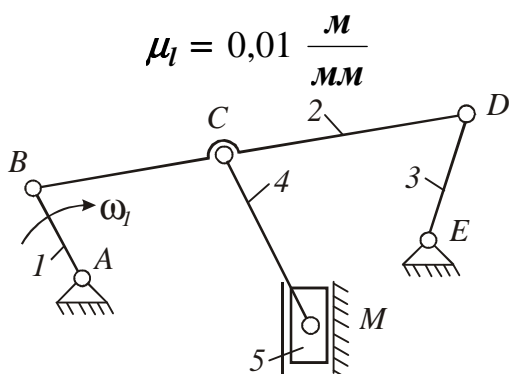
Кафедра «Основы проектирования машин»
Дисциплина «Теория механизмов и машин»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ___

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ВОПРОС (10 баллов)

Дайте определения ТММ как науки, кинематической пары (КП), а также понятия высшей и низшей КП (покажите их на рисунке). Чем определяется класс КП и сколько всего классов КП? Назовите основные задачи и разделы ТММ.

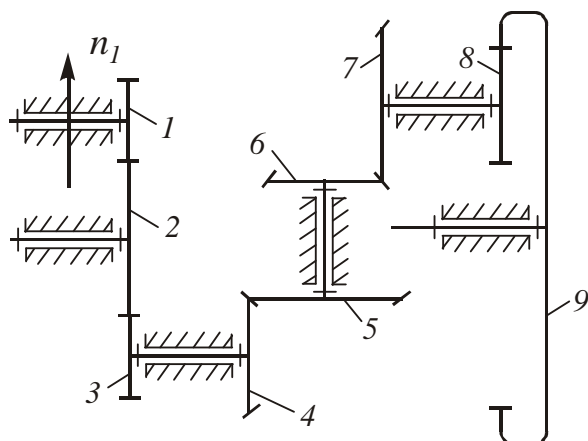
ЗАДАЧА 1 (30 баллов). Кинематический анализ плоских рычажных механизмов способом построения планов скоростей



Способом планов скоростей определите в заданном положении механизма скорость указанной точки, величины и направления угловых скоростей указанных звеньев при $\omega_1 = 10 \text{ с}^{-1}$, $\mu_l = 0,01 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$.

Определить: $\bar{V}_M = ?$
 $\omega_2 = ?$, $\omega_3 = ?$, $\omega_4 = ?$

ЗАДАЧА 2 (35 баллов). Кинематический анализ многоступенчатых рядовых зубчатых механизмов



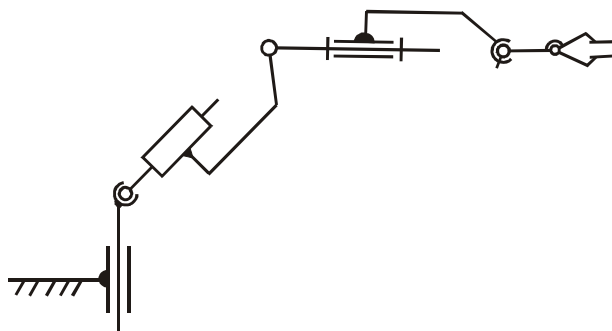
$$z_1 = 17, z_2 = 20, z_3 = 51, z_4 = 25, z_5 = 50,$$

$$z_6 = 20, z_7 = 40, z_8 = 15, z_9 = 60$$

Определите величины и направления частот вращения вала 5-го колеса и выходного вала 9-го зубчатого механизма, если частота вращения входного вала $n_1 = 1000 \text{ мин}^{-1}$ (направления вращения колёс покажите по правилу стрелок).

Определите подвижность механизма W и межосевые расстояния a_{w1-2} и a_{w8-9} , если модуль всех зубчатых колес $m = 4 \text{ мм}$.

ЗАДАЧА 3 (25 баллов). Структурный анализ механизма манипулятора



Обозначьте все звенья и кинематические пары (КП) манипулятора, дайте названия всех КП и укажите их классы. Определите подвижность W и маневренность M манипулятора, сделайте вывод о необходимом количестве источников движения и возможностях его манёвра.

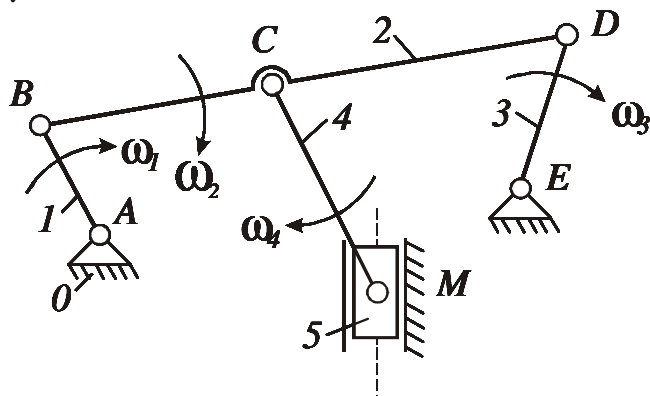
Утверждено на заседании кафедры ОПМ
Протокол № ____ от _____ 2015
Зав. кафедрой ОПМ

С. Г. Карнаух

3 ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ

ЗАДАЧА 1. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов способом построения планов скоростей

$$\mu_l = 0.01 \frac{м}{мм}$$



Способом планов скоростей определите в заданном положении механизма скорость указанной точки, величины и направления угловых скоростей указанных звеньев при $\omega_1 = 10 \text{ с}^{-1}$,

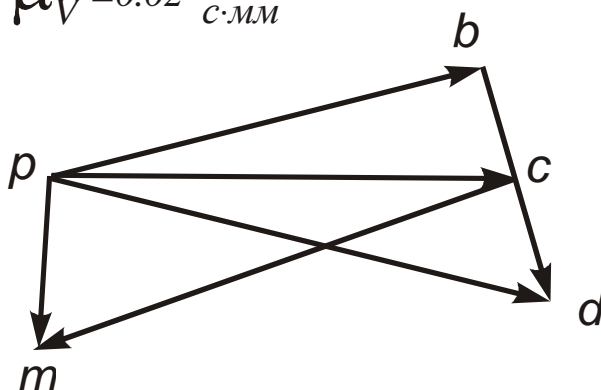
$$\mu_l = 0,01 \frac{м}{мм}$$

Определить: $\bar{V}_M = ?$

$$\omega_2 = ?, \omega_3 = ?, \omega_4 = ?$$

План скоростей

$$\mu_V = 0.02 \frac{м}{с \cdot мм}$$



Указания к решению задачи

Для решения данной задачи необходимо: по заданной кинематической схеме механизма понимать, как он работает, и какое движение совершают его отдельные звенья; знать, как определяются скорости отдельных точек (по модулю и по направлению) при различных видах движения звеньев механизма; уметь составлять векторные уравнения для определения скоростей точек и решать их графически путём построения плана скоростей механизма; знать теорему подобия планов скоростей и уметь ею пользоваться; используя построенный план скоростей уметь определять угловые скорости звеньев (по модулю и по направлению).

При решении задачи, в первую очередь, необходимо схему механизма перечертить с бланка экзаменационного билета на отдельный лист экзаменационной работы (практически скопировать), и после этого, длины отрезков, изображающих отдельные звенья механизма (например, длины отрезков (AB) , (BC) и т.д.), измерять в мм уже со своей экзаменационной работы. При построении плана скоростей нужно помнить, что он обязательно должен располагаться рядом со схемой механизма.

Для подготовки к решению данного типа задач необходимо изучить следующие литературные источники: [1, с. 79–83; 87; 88; 92–94; 2, с. 39–62; 3, с. 31–43; 4, с. 4–6, 12–30, 46–52, 56–61].

Решение задачи

Кинематический анализ плоского рычажного механизма выполним способом построения планов скоростей.

Исходя из того, что схема в задании изображена в масштабе $M 1:10$ ($\mu_l=0,01$ м / мм), определим действительные размеры звеньев:

$$\begin{aligned} l_{AB} &= (AB) \cdot \mu_l = 20 \cdot 0,01 = 0,20 \text{ м;} \\ l_{BD} &= (BD) \cdot \mu_l = 80 \cdot 0,01 = 0,80 \text{ м;} \\ l_{BC} &= (BC) \cdot \mu_l = 35 \cdot 0,01 = 0,35 \text{ м;} \\ l_{DE} &= (DE) \cdot \mu_l = 25 \cdot 0,01 = 0,25 \text{ м;} \\ l_{CM} &= (CM) \cdot \mu_l = 35 \cdot 0,01 = 0,35 \text{ м.} \end{aligned}$$

Определим скорость конца кривошипа:

$$V_B = \omega_l \cdot l_{AB} = 10 \cdot 0,20 = 2,0 \text{ м / с,}$$

где $\omega_l = 10 \text{ с}^{-1}$ – заданная угловая скорость кривошипа l .

Вектор скорости конца кривошипа (точки B) направлен перпендикулярно оси кривошипа в сторону его вращения, т. е. $\overline{V_B} = \overline{pb} \perp AB$.

При длине отрезка $(pb) = 60$ мм, масштабный коэффициент плана скоростей будет равен:

$$\mu_v = V_B / (pb) = 2,0 / 60 = 0,033 \text{ м / (с} \cdot \text{мм)}.$$

Скорость точки D определим, решив графически векторное уравнение:

$$\frac{\overline{V_D}}{\perp DE} = \frac{\overline{V_B}}{\perp AB} + \frac{\overline{V_{DB}}}{\perp DB}.$$

Скорость точки C определим, воспользовавшись теоремой подобия, из пропорции:

$$\frac{l_{BD}}{l_{BC}} = \frac{(bd)}{(bc)}. \text{ Следовательно: } (bc) = \frac{l_{BC} \cdot (bd)}{l_{BD}} = \frac{0,35}{0,80} \cdot 32 = 14 \text{ мм.}$$

Скорость точки M определим, решив графически следующее векторное уравнение:

$$\frac{\overline{V}_M}{//x-x} = \frac{\overline{V}_C}{\perp MC} + \frac{\overline{V}_{MC}}{\perp MC}.$$

Из построенного плана скоростей определим скорость точки M :

$$V_M = (pm) \cdot \mu_V = 22 \cdot 0,033 = 0,73 \text{ м / с.}$$

Определим величины и направления угловых скоростей звеньев:

$$\omega_2 = V_{DB} / l_{BD} = 1,06 / 0,80 = 1,33 \text{ с}^{-1},$$

$$\text{где } V_{DB} = (bd) \cdot \mu_V = 32 \cdot 0,033 = 1,06 \text{ м / с};$$

$$\omega_3 = V_D / l_{DE} = 2,24 / 0,25 = 8,96 \text{ с}^{-1},$$

$$\text{где } V_D = (pd) \cdot \mu_V = 68 \cdot 0,033 = 2,24 \text{ м / с};$$

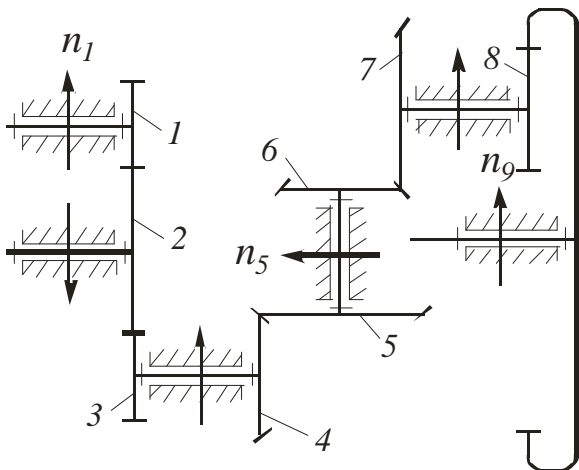
$$\omega_4 = V_{MC} / l_{CM} = 2,18 / 0,35 = 6,23 \text{ с}^{-1},$$

$$\text{где } V_{MC} = (cm) \cdot \mu_V = 66 \cdot 0,033 = 2,18 \text{ м / с.}$$

Направления угловых скоростей звеньев показаны на схеме механизма.

$$\text{Ответ: } V_M = 0,73 \text{ м/с}; \omega_2 = 1,33 \text{ с}^{-1}; \omega_3 = 8,96 \text{ с}^{-1}; \omega_4 = 6,23 \text{ с}^{-1}.$$

ЗАДАЧА 2. Кинематический анализ многоступенчатых рядовых зубчатых механизмов



Определите величины и направления частот вращения вала 5-го колеса и выходного вала 9 зубчатого механизма, если частота вращения входного вала $n_1 = 1000 \text{ мин}^{-1}$ (направления вращения колёс покажите по правилу стрелок). Определите подвижность механизма W и межосевые расстояния a_{w1-2} и a_{w8-9} , если модуль всех зубчатых колес $m = 4 \text{ мм}$.

$$z_1 = 17, z_2 = 20, z_3 = 51, z_4 = 25, z_5 = 50, z_6 = 20, z_7 = 40, z_8 = 15, z_9 = 60.$$

Указания к решению задачи

Для решения данной задачи необходимо знать общее определение передаточного отношения любого зубчатого механизма, как отношение частоты вращения входного вала к частоте вращения выходного, а также

то, что передаточное отношение многоступенчатого рядового зубчатого механизма определяется, как произведение передаточных отношений его отдельных ступеней. При этом отдельная ступень рядового механизма представляет собой пару колёс, находящихся между собой в зацеплении. Передаточное же отношение отдельной ступени можно определить, как отношение чисел зубьев ведомого колеса к числу зубьев ведущего.

Необходимо также уметь определять направления вращения колёс используя правило стрелок: прямая стрелка на боковой проекции колеса показывает направление движения зубьев колеса, видимых наблюдателю.

Подвижность рядового зубчатого механизма определяется по формуле Чебышева:

$$W = 3n - 2p_5 - p_4,$$

где n – количество подвижных звеньев (при этом нужно учитывать, что число n не равно числу зубчатых колёс, т. к. два колеса, соединенные общей осью, образуют одно подвижное звено);

p_5 – количество кинематических пар (КП) V-го класса (все они вращательные);

p_4 – количество КП IV-го класса (эти пары имеют место в зацеплении зубчатых колёс).

Кроме того, необходимо уметь определять межосевые расстояния для цилиндрических передач внешнего и внутреннего зацепления через радиусы колёс, образующих эти передачи. При этом колёса нужно считать нулевыми, т. е. нарезанными без смещения режущего инструмента, а, следовательно, радиусы начальных и делительных окружностей у них совпадают и будут равны: $r_{wi} = r_i = \frac{mz_i}{2}$.

Для подготовки к решению данного типа задач необходимо изучить следующие литературные источники: [1, с. 137, 138, 145–154; 2, с. 167–171, 207–211; 3, с. 52–53].

Решение задачи

Определим передаточное отношение многоступенчатого рядового зубчатого механизма U_{1-9} , как произведение передаточных отношений его отдельных ступеней. При этом не будем учитывать знаки этих передаточных отношений (т. к. в рассматриваемом механизме имеются ступени с коническими колёсами, то, следовательно, знаки теряют смысл), а направления вращения всех колёс определим по правилу стрелок.

По определению передаточного отношения $U_{1-9} = \frac{n_1}{n_9}$,

где, как видно из схемы механизма,

$$U_{1-9} = U_{1-2} \cdot U_{2-3} \cdot U_{4-5} \cdot U_{6-7} \cdot U_{8-9} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_3}{z_2} \cdot \frac{z_5}{z_4} \cdot \frac{z_7}{z_6} \cdot \frac{z_9}{z_8} = \frac{20}{17} \cdot \frac{51}{20} \cdot \frac{50}{25} \cdot \frac{40}{20} \cdot \frac{60}{15} = 48$$

Тогда частота вращения выходного вала 9:

$$n_9 = \frac{n_1}{U_{1-9}} = \frac{1000}{48} = 20,83 \text{ мин}^{-1}.$$

Аналогично определим передаточное отношение от входного вала 1-го колеса к валу 5-го зубчатого колеса:

$$U_{1-5} = \frac{n_1}{n_5},$$

$$\text{где } U_{1-5} = U_{1-2} \cdot U_{2-3} \cdot U_{4-5} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_3}{z_2} \cdot \frac{z_5}{z_4} = \frac{20}{17} \cdot \frac{51}{20} \cdot \frac{50}{25} = 6.$$

Тогда частота вращения вала 5-го колеса:

$$n_5 = \frac{n_1}{U_{1-5}} = \frac{1000}{6} = 166,7 \text{ мин}^{-1}.$$

Направления вращения колёс показаны на схеме механизма прямыми стрелками.

Определим межосевое расстояние a_{w1-2} для цилиндрической ступени внешнего зацепления:

$$a_{w1-2} = r_{w1} + r_{w2} = r_1 + r_2 = \frac{mz_1}{2} + \frac{mz_2}{2} = \frac{4 \cdot 17}{2} + \frac{4 \cdot 20}{2} = 74 \text{ мм}.$$

Межосевое расстояние a_{w8-9} для цилиндрической ступени внутреннего зацепления:

$$a_{w8-9} = r_{w9} - r_{w8} = r_9 - r_8 = \frac{mz_9}{2} - \frac{mz_8}{2} = \frac{4 \cdot 60}{2} - \frac{4 \cdot 15}{2} = 90 \text{ мм}.$$

Подвижность зубчатого механизма определим по формуле Чебышева:

$$W = 3n - 2p_5 - p_4 = 3 \cdot 6 - 2 \cdot 6 - 5 = 1,$$

где $n = 6$ – количество подвижных звеньев;

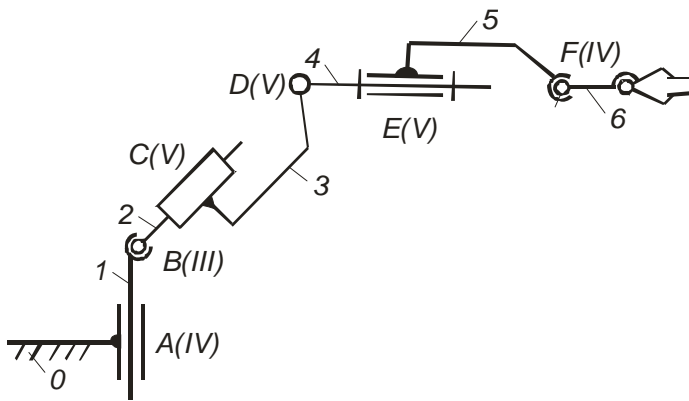
$p_5 = 6$ – количество КП V класса;

$p_4 = 5$ – количество КП IV класса.

Ответ: $n_9 = 20,83 \text{ мин}^{-1}$; $n_5 = 166,7 \text{ мин}^{-1}$; $a_{w1-2} = 74 \text{ мм}$;

$a_{w8-9} = 90 \text{ мм}$; $W = 1$.

ЗАДАЧА 3. Структурный анализ механизма манипулятора



Обозначьте все звенья и кинематические пары (КП) манипулятора, дайте названия всех КП и укажите их классы. Определите подвижность W и маневренность M манипулятора, сделайте вывод о необходимом количестве источников движения и возможностях его манёвра

Указания к решению задачи

Для решения этой задачи необходимо уметь составлять и анализировать структурные схемы механизмов промышленных роботов (ПР) и манипуляторов, знать принятые в курсе ТММ условные обозначения и классификацию всех плоских и пространственных КП, а также формулу Сомова–Малышева для определения подвижности W пространственных кинематических цепей и формулу для определения маневренности M манипуляторов и ПР:

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1,$$

где n – количество подвижных звеньев;

p_1, p_2, \dots, p_5 – число КП I, II, ... V классов, соответственно.

Поскольку механизм манипулятора представляет собой незамкнутую пространственную кинематическую цепь, включающую только КП III, IV и V классов, то $p_2 = p_1 = 0$ и их можно из формулы W просто исключить.

Так как по определению маневренность – это подвижность манипулятора при закреплённом (неподвижном) хвате, то формула для определения величины маневренности имеет следующий вид:

$$M = 6(n - 1) - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3.$$

Число W соответствует количеству источников движения (т.е. двигателей или приводов), необходимых для полной определенности движения всех его звеньев. При этом если $M \leq 0$, то манипулятор маневренности не имеет и это означает, что в данную точку пространства центр его схвата (захвата) может попасть только при одном и том же взаимном расположении всех звеньев данного манипулятора.

Если $M = 1$, то манипулятор имеет возможность манёвра по обходу препятствий в пространстве. Если же $M \geq 2$, то манипулятор имеет высокую маневренность.

При решении задачи, в первую очередь, необходимо на схеме манипулятора пронумеровать все звенья арабскими цифрами, начиная от непо-

движного (нулевого) звена – стойки O , и последовательно продвигаясь к последнему звену – схвату. После этого все КП, соединяющие отдельные звенья, обозначить большими буквами латинского алфавита, и рядом с обозначением каждой КП указать в скобках её класс (римскими цифрами). Затем проанализировать пары, указав номера соединяемых звеньев, класс и название каждой пары, определить подвижность W и маневренность M манипулятора, сделать необходимые выводы.

Для подготовки к решению данного типа задач необходимо изучить следующие литературные источники: [1, с. 34–37, 47–52, 611–625; 2, с. 12–20, 263–267; 3, с. 12–17, 25–28, 262–272].

Решение задачи

Вычертим структурную схему механизма манипулятора и на ней пронумеруем все звенья и обозначим все КП, давая им принятые в ТММ названия и указывая их классы.

Проанализируем КП данного манипулятора:

A (0-1) – цилиндрическая КП IV класса (здесь и далее рядом с буквенным обозначением КП, в скобках стоят номера звеньев, образующих данную КП);

B (1-2) – сферическая КП III класса;

C (2-3) – поступательная КП V класса;

D (3-4) – вращательная КП V класса;

E (4-5) – вращательная КП V класса;

F (5-6) – сферическая с пальцем КП IV класса.

Рассчитаем подвижность манипулятора по формуле Сомова–Малышева:

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 = 6 \cdot 6 - 5 \cdot 3 - 4 \cdot 2 - 3 \cdot 1 = 36 - 26 = 10,$$

где $n = 6$ – количество подвижных звеньев;

$p_5 = 3$ – количество кинематических пар V класса;

$p_4 = 2$ – количество кинематических пар IV класса;

$p_3 = 1$ – количество кинематических пар III класса.

Определим маневренность манипулятора:

$$M = 6(n - 1) - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 = 6(6 - 1) - 5 \cdot 3 - 4 \cdot 2 - 3 \cdot 1 = 4.$$

Ответ: $W = 10$; $M = 4$. Вывод: для работы данного манипулятора необходимо 10 источников движения и он имеет высокую маневренность.

4 ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

Структура механизмов

1. Основные понятия и определения: звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм, схема механизма, входное и выходное звено, стойка и др.
2. Кинематические пары, их классификация и условные изображения. Привести примеры.
3. Кинематические цепи, их классификация. Привести примеры кинематических цепей.
4. Механизм как кинематическая цепь. Обобщенная координата механизма. Основные типы плоских рычажных механизмов.
5. Число степеней свободы (подвижность) пространственного механизма (формула Сомова-Малышева).
6. Число степеней свободы (подвижность) плоского механизма, формула Чебышева.
7. Двухповодковые (II класса) и трехповодковые (III класса) структурные группы Ассура, виды групп II класса. Структурная классификация плоских механизмов.

Кинематика механизмов

1. Задачи кинематического анализа: цели, методы.
2. Графический способ построения планов рычажных механизмов методом засечек (шарнирного четырехзвенника, кривошипно-ползунного и т. п.). Масштабы в ТММ, масштабные коэффициенты.
3. Функция положения и ее производные (аналоги скоростей и ускорений). Формулы для определения скоростей и ускорений через их аналоги.
4. Аналитический способ (замкнутого векторного контура) кинематического исследования плоских механизмов (кривошипно-ползунного, кривошипно-кулисного и др.).
5. Графоаналитический способ планов скоростей и ускорений для кинематического исследования плоского механизма (кривошипно-ползунного, шарнирного четырехзвенника и т. п.), следствия из планов скоростей и ускорений, теорема подобия.
6. Определение угловых скоростей и угловых ускорений звеньев механизма, а также их направлений с помощью планов скоростей и ускорений.
7. Назначение, область применения и виды зубчатых механизмов (их классификация по различным признакам).
8. Рядовые зубчатые механизмы, их передаточные отношения, правило стрелок.
9. Планетарные (эпициклические) механизмы, их основные типы, зубчатые дифференциалы.
10. Угловые скорости звеньев зубчатого дифференциала, формула Виллиса.

11. Передаточные отношения зубчатых планетарных механизмов различных типов.

12. Назначение и основные типы кулачковых механизмов, их достоинства и недостатки. Кинематический цикл и фазовые углы плоских кулачковых механизмов.

13. Кинематический анализ методом обращения движения плоских кулачковых механизмов с вращающимся кулачком: а) с заостренным, роликовым и тарельчатым поступательно движущимся толкателем; б) с плоским и роликовым коромысловым толкателем.

Динамика механизмов

1. Две основные задачи динамики механизмов. Классификация сил, действующих на звенья механизма.

2. Кинетическая энергия плоского механизма, вывод формулы.

3. Простейшая динамическая модель механизма и ее основные характеристики.

4. Приведение масс в механизмах. Основное условие приведения, приведенный момент инерции механизма.

5. Приведение сил в механизмах. Основное условие приведения, приведенный момент сил и пар сил.

6. Общее уравнение движения механизма. Уравнение движения механизма в интегральной форме.

7. Уравнение движения механизма в дифференциальной форме.

8. Режимы движения механизма (машины), установившееся движение, коэффициент неравномерности хода. Кинематический эффект маховика. Исследование движения механизма с помощью диаграммы энерго-масс (Виттенбауэра).

9. Механический КПД, коэффициент потерь, явление самоторможения. КПД при последовательном и параллельном соединении механизмов.

10. Силовой расчет механизма, метод кинетостатики, принцип Даламбера; даламберовы инерционные нагрузки, их определение в различных случаях движения звена.

11. Метод планов сил; силы, действующие в различных кинематических парах, условия статической определимости плоских кинематических цепей.

12. Теорема Н. Е. Жуковского о жестком рычаге для определения $M_{ур}$.

13. Задачи уравновешивания механизмов и машин. Статическое уравновешивание плоского механизма (шарнирного четырехзвенника и кривошипно-ползунного) методом заменяющих масс.

14. Неуравновешенность вращающихся звеньев. Статическая и динамическая балансировка ротора.

15. Виброактивность и виброзащита механизмов и машин.

Синтез механизмов

1. Синтез механизмов: задачи, цели, методы. Входные и выходные параметры, основные и дополнительные условия синтеза. Основы синтеза плоских рычажных механизмов по заданному коэффициенту изменения средней скорости выходного звена K и углу давления ϑ .
2. Задачи синтеза планетарных зубчатых механизмов; основное и дополнительные условия синтеза.
3. Условия соосности и соседства для планетарных зубчатых механизмов.
4. Условия сборки и отсутствия интерференции в планетарных зубчатых механизмах.
5. Основная теорема плоского зацепления, теорема Виллиса, следствия из теоремы.
6. Эвольвента окружности, ее основные свойства и уравнения.
7. Свойства эвольвентного зубчатого зацепления. Реечное эвольвентное зацепление и его основные свойства.
8. Синтез эвольвентного зацепления. Способы изготовления зубчатых колес, метод обкатки (огибания), понятие теоретического исходного реечного контура (ИК).
9. Станочное зацепление, теоретический исходный производящий реечный контур (ИПК). Смещение ИПК, коэффициент смещения, типы зубчатых колес в зависимости от направления смещения ИПК.
10. Заострение и подрезание профилей зубьев, определение Δ_{\min} и Δ_{\max} . Выбор коэффициентов смещения, блокирующие контуры.
11. Делительный и основной диаметры эвольвентного зубчатого колеса и соответствующие им окружности, модуль зубчатого колеса.
12. Основные элементы и геометрические размеры нулевого зубчатого колеса.
13. Межосевое расстояние, угол и коэффициент перекрытия прямозубой эвольвентной цилиндрической зубчатой передачи, угол и линия зацепления, начальные окружности колес. Коэффициенты удельного скольжения, износ профилей зубьев.
14. Задачи анализа и синтеза кулачковых механизмов. Углы давления и передачи движения в кулачковых механизмах. Основное условие передачи движения в плоском кулачковом механизме и его учет при определении основных размеров механизма.
15. Определение минимального радиуса кулачка механизмов с плоским тарельчатым толкателем, а также с роликовым поступательно движущимся и коромысловым толкателем, основные условия проектирования этих механизмов.
16. Профилирование вращающегося кулачка механизмов с заостренным толкателем и с роликовым толкателем (поступательно движущимся и коромысловым), метод обращения движения.
17. Профилирование вращающегося кулачка механизма с плоским тарельчатым толкателем.
18. Выбор радиуса ролика ведомого звена кулачкового механизма и построение действительного профиля кулачка.

Основы теории машин-автоматов (М-А)

1. Классификация М-А по различным признакам.
2. Системы управления по времени и циклограммы М-А.
3. Системы управления по пути и тактограммы М-А.
4. Промышленные роботы (ПР) и манипуляторы; три поколения ПР. Основные устройства манипулятора и ПР, их структурные схемы, подвижность и маневренность ПР.
5. Базовые системы координат манипулятора. Рабочее пространство и рабочий объем, угол и коэффициент сервиса манипулятора.

5 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Перечень типовых ошибок и недостатков ответов, за которые снимаются баллы и снижается оценка, приведен в табл. 5.1.

Таблица 5.1

№ п/п	Описание ошибки	Количество баллов, которое снимается
1	Отсутствие расчетной схемы	до 10
2	Ошибки при выполнении схем и чертежей	до 10
3	Непоследовательное и нелогичное обоснование решения задачи	до 10
4	Отсутствуют пояснения к написанной формуле	до 15
5	Арифметические ошибки	до 10
6	Общее оформление контрольной работы имеет неудовлетворительный вид	до 15

- оценки «А» (90–100 баллов, «отлично») за билет заслуживает студент, который в полном объеме ответил на все вопросы билета. Логично и последовательно обосновал решения всех задач, сопровождая их необходимыми схемами и эскизами, продемонстрировав при этом умения и навыки применять изученные в курсе «Теория механизмов и машин» (ТММ) правила и методы расчета;

- оценки «В» (81–89 баллов, «хорошо») за билет заслуживает студент, который правильно и в полном объеме с минимальными ошибками ответил на все вопросы билета. Логично и последовательно обосновал решения задач с некоторыми незначительными неточностями, сопровождая их необходимыми схемами и эскизами, продемонстрировав при этом умения и навыки применять изученные в курсе ТММ правила и методы расчета;

- оценки «С» (75–80 баллов, «хорошо») за билет заслуживает студент, который правильно и в полном объеме ответил на все вопросы билета, аргументировал решения задач, допустив при этом незначительные ошибки. Одновременно сопровождал свои решения схемами и эскизами, демонстрируя при этом умения и навыки применять изученные в курсе ТММ правила и методы расчета;

- оценки «Д» (65–74 балла, «удовлетворительно») за билет заслуживает студент, который в основном правильно и в достаточном объеме ответил на вопросы билета. При этом не в полной мере и не всегда последовательно и логично аргументировал решения задач, допустил ошибки при выполнении схем и чертежей, а применение изученных в курсе ТММ правил и методик расчета вызвало некоторые трудности;

- оценки «Е» (55–64 балла, «удовлетворительно») за билет заслуживает студент, который в минимально допустимом объеме ответил на вопросы билета. При этом не в полной мере и не всегда последовательно и логично аргументировал решения задач, допустил ошибки при выполнении схем и эскизов, а применение изученных в курсе ТММ правил и методик расчета вызвало значительные трудности;

- оценки «FX» (30–54 балла, «неудовлетворительно») за билет заслуживает студент, который при ответе на вопросы билета допустил ошибки, решенные задачи требовали значительной доработки и обоснования большинства решений, решения задач не сопровождалась схемами и эскизами, применение изученных в курсе ТММ правил и методик расчета вызвало значительные трудности;

- оценки «F» (1–29 баллов, «неудовлетворительно») за билет заслуживает студент, который при ответе на вопросы билета допустил принципиальные ошибки. Выполнил решения задач без достаточного обоснования большинства решений, без соблюдения логической последовательности, при этом, как правило, у него отсутствуют попытки анализировать конкретные решения на основе использования правил и методик, изученных в курсе ТММ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Артоболовский, И. И.** Теория механизмов и машин / И. И. Артоболовский. – М. : Наука, 1988. – 640 с.

2 **Кіницький, Я. Т.** Короткий курс теорії механізмів і машин / Я. Т. Кіницький. – Львів : Афіша, 2004. – 272 с.

3 **Левитская, О. Н.** Курс теории механизмов и машин / О. Н. Левитская, Н. И. Левитский. – М. : Высшая школа, 1985. – 280 с.

4 Методические указания к выполнению расчетно-графических и контрольных работ по дисциплинам «Теория механизмов и машин» и «Прикладная механика» для студентов всех специальностей дневного и заочного обучения. Кинематический анализ рычажных механизмов методом планов / сост. : В. А. Загудаев, В. Е. Шоленинов. – Краматорск : ДГМА, 2007. – 68 с.