

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Оценочные материалы по дисциплине

**Теория механизмов и машин**

по направлению подготовки

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Промышленная и специальная робототехника**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии;

ОПК-4 Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные компьютерных технологий для их решения

РООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

РООПК-4.1 Знает принципы построения технического задания

РООПК-4.2 Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации; оформлять проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- задания;
- контрольные работы.

**ЗАДАНИЕ** (РООПК-2.1, РООПК-2.2).

**Задания** выполняются дома, в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/mod/assign/view.php?id=566011>, продолжительность 1 час, ответы прикрепляются студентом в элементе **Задание** в электронном курсе и проверяются преподавателем.

**Пример1.**

**Тема 1. Задание**

Дать ответы на вопросы по теме «Структурный анализ. Классификация механизмов»:

1. Что называется звеном, какие виды звеньев существуют?
2. Что называется кинематической парой, как их классифицируют?
3. Что называется кинематической цепью (КЦ), какие виды КЦ существуют?
4. Что называется механизмом? Принципы классификации механизмов.
5. Что называется степенью подвижности механизма? Какие существуют расчетные формулы?
6. Что такое пассивные связи? Как их учитывают?
7. Что называется группой Ассура? Виды и классификация групп Ассура.
8. Принципы образования механизмов по Ассуру–Артоболовскому.
9. Формула строения механизмов; условные обозначения кинематических пар и звеньев на схемах.
10. Цели и способы условной замены высших кинематических пар низшими кинематическими парами.
11. В чем смысл проведения структурного анализа механизма?

### Критерии оценивания элемента Задание.

Результаты работы оцениваются баллами от 2 до 5.

5 баллов – все ответы даны в полном объеме, с правильной терминологией изучаемой дисциплины, логичны в изложении.

4 балла – 15 % ответов содержат незначительные ошибки, есть незначительные ошибки в терминологии.

3 балла – более 30 % ответов содержат значительные ошибки, есть ошибки в терминологии.

2 балла, неудовлетворительная оценка – более 50% ответов содержат значительные ошибки, есть грубые ошибки в терминологии.

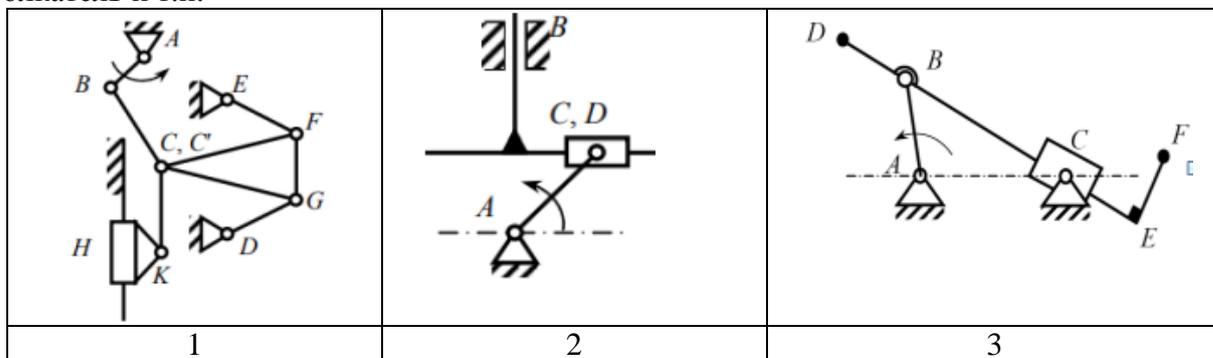
### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (РООПК-4.1, РООПК-4.2)

Контрольные работы выполняются дома, в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/mod/assign/view.php?id=566011>, продолжительность 1 час, ответы прикрепляются студентом в элементе «Тема. Контрольная работа» в электронном курсе и проверяются преподавателем.

### Пример 2.

Тема 1. Контрольная работа. Задача (24 варианта) (РООПК-4.1, РООПК-4.2)

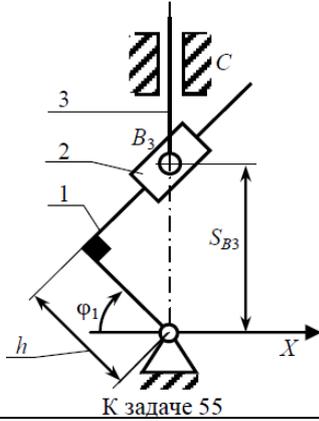
**Задача.** Провести структурный анализ механизма, определить степень подвижности механизма. При наличии звеньев, создающих пассивные связи или лишние степени свободы, их указать и не учитывать при подсчете степени подвижности механизма. Каждую кинематическую пару 4-го класса заменить одним звеном, входящим в две кинематические пары 5-го класса. Разбить механизм на группы Ассура. написать формулу его строения и указать его класс. Ведущие звенья отмечены стрелками. Указание: для удобства решения задач можно ввести дополнительные обозначения звеньев механизма на чертеже, например: 0 – стойка, 1 – кривошип, 2 – ползун, 3 – толкатель и т.п.



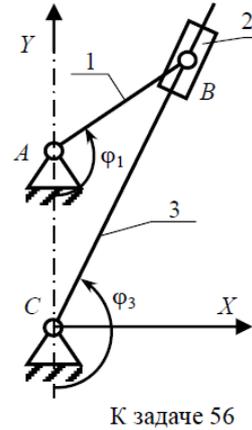
### Пример 3.

Тема 2. Контрольная работа. Задачи (5 вариантов) (РООПК-4.1, РООПК-4.2)

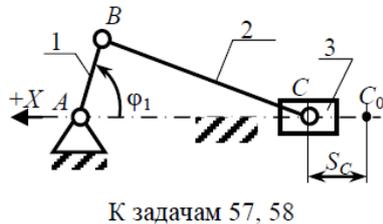
55. Найти выражения для функции положения и аналога скорости точки  $B_3$  – точки звена 3 косекансного механизма, совпадающей с точкой  $B_1$  звена 1. Ведущее звено 1; положение звена 1 определяется углом  $\varphi_1$ , а положение точки  $B_3$  – расстоянием  $S_{B_3}$ ; величина  $h$  известна.



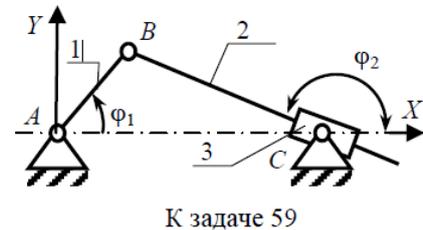
56. Найти выражение для функции положения кулисы 3 кулисного механизма Витворта. Ведущее звено 1; положения звеньев 1 и 3 определяются углами  $\varphi_1$  и  $\varphi_3$ . Размеры  $l_{AB}$  и  $l_{BC}$  известны.



57. Найти выражение для функции положения точки C кривошипно-ползунного механизма и ее аналога скорости. Ведущее звено 1; положение звена 1 определяется углом  $\varphi_1$ , а положение точки C – расстоянием  $S_C$ , отсчитываемым от крайнего правого положения на оси OX; размеры  $l_{AB}$  и  $l_{BC}$  известны.



59. Найти выражение для функции положения штока 2 кривошипного механизма с качающимся ползуном и аналога скорости штока. Ведущее звено 1; положения звеньев 1 и 2 определяются углами  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ . Размеры  $l_{AB}$  и  $l_{AC}$  известны.



#### Пример 4.

Тема 3. **Контрольная работа.** Силовой расчет механизма (РООПК-4.1, РООПК-4.2).

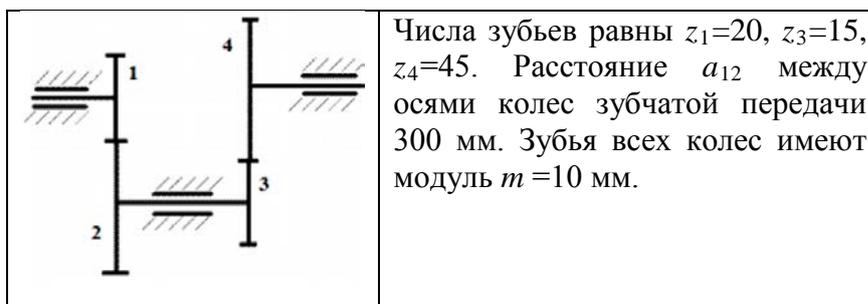
**Задача.** Провести статический силовой расчет механизма (без учета инерционной нагрузки на звенья). Отработать навык определения усилий в звеньях механизма, реакций в кинематических парах, величины уравновешивающего момента, приложенного к ведущему звену. *Указание:* каждый студент выбирает (свой) механизм из задания Тема 1. Контрольная работа.

#### Пример 5.

Тема 4. **Контрольная работа.** Зубчатые передачи. (РООПК-4.1, РООПК-4.2).

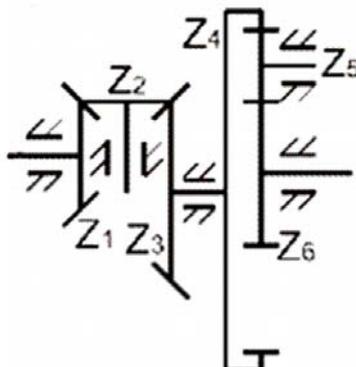
##### Задача 1.

Провести структурный анализ механизма и определить степень подвижности. Определить передаточное отношение для зубчатой передачи  $i_{14}$ , межосевое расстояние  $a_{12}$



### Задача 2.

Определить передаточное отношение  $i_{16}$  зубчатого механизма. Числа зубьев равны  $z_1=54$ ,  $z_2=38$ ,  $z_3=52$ ,  $z_4=80$ ,  $z_5=20$ ,  $z_6=40$ . Определить передаточное отношение  $i_{13}$ .



### Критерии оценивания элемента Контрольная работа

Результаты работы оцениваются баллами от 2 до 5.

5 баллов – решения приведены в полном объеме (с комментариями), решения верные, с правильной терминологией изучаемой дисциплины, логичны в изложении.

4 балла – решения приведены без комментариев, ответы содержат незначительные ошибки, есть незначительные ошибки в терминологии.

3 балла – ответы содержат значительные ошибки, есть ошибки в терминологии.

2 балла, неудовлетворительная оценка, ответы содержат значительные ошибки, есть грубые ошибки в терминологии.

### 3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

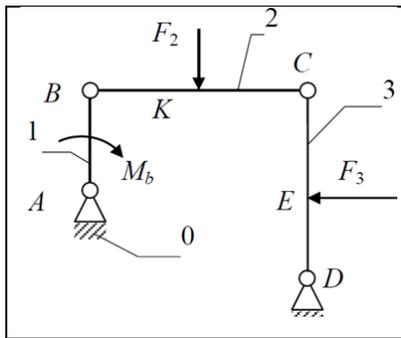
Итоговый контроль (промежуточная аттестация) реализуется путем проведения зачета. К зачету допускается студент, выполнивший все контрольные работы и индивидуальные задания по лекционному материалу. Зачет проводится в письменной форме. Продолжительность зачета 1 час. В билете два теоретических вопроса и одна задача.

Вопросы по теории проверяют сформированность по индикаторам компетенции РООПК-2.1 и РООПК-2.2. Вопросы по практике (задачи) направлены на оценку сформированности по индикаторам РООПК-4.1 и РООПК-4.2.

Примеры билетов.

Билет 1.

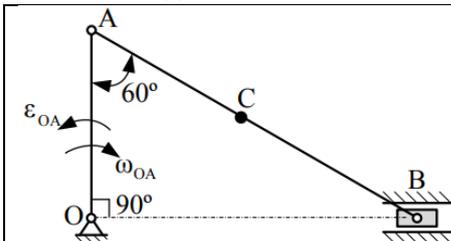
1. Структурный анализ и синтез механизмов.
2. Метод планов положений, скоростей и ускорений механизма.
3. Задача.



Определить реакции в кинематических парах А, В, С, D шарнирного четырехзвенного механизма и уравнивающий момент  $M_b$ , приложенный к звену АВ, от нагрузки, приложенной к звеньям ВС и CD, если  $l_{AB}=50$  мм,  $l_{BC}=l_{CD}=200$  мм, угол  $\phi_1=90^\circ$ , ось звена ВС горизонтальна, а ось звена CD вертикальна. Внешние силы  $F_2$  и  $F_3$  приложены в точках К и Е, делящих межшарнирные расстояния пополам, величины сил  $F_2=F_3=100$  н, углы  $\alpha_2$  и  $\alpha_3=90^\circ$ .

Билет 2.

1. Определение степени подвижности механизма.
- 2.. Классификация структурных групп.
3. Задача.



Найти для заданного положения механизма скорости точек В и С, ускорение точки С. *Примечание:*  $\omega_{OA}$  и  $\epsilon_{OA}$  – угловая скорость и угловое ускорение кривошипа OA при заданном положении механизма. Вычертить схему механизма с учетом масштаба.

Необходимые для расчёта данные:

длина звена OA 35 мм

расстояние AC 5 мм

угловая скорость кривошипа ( $c^{-1}$ ) равна 2'

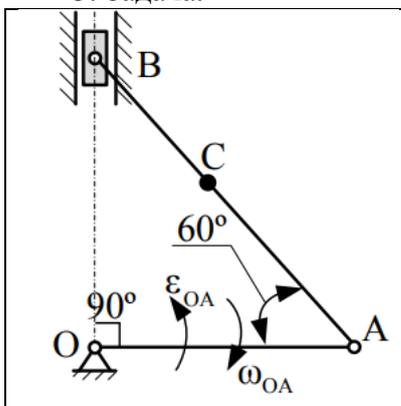
угловое ускорение кривошипа ( $c^{-2}$ ) равно 2.

Билет 3.

1. Группы Ассура.
2. Зубчатые передачи. Классификация.
3. Задача. Изобразите структурную схему шестизвенного рычажного механизма и определите число степеней свободы.

Билет 4

1. Структурный анализ кривошипно-ползунного механизма.
2. Силовой анализ механизма.
3. Задача.



Найти для заданного положения механизма скорости точек В и С, ускорение точки С. *Примечание:*  $\omega_{OA}$  и  $\epsilon_{OA}$  – угловая скорость и угловое ускорение кривошипа OA при заданном положении механизма. Вычертить схему механизма с учетом масштаба.

Необходимые для расчёта данные:

длина звена OA 25 мм

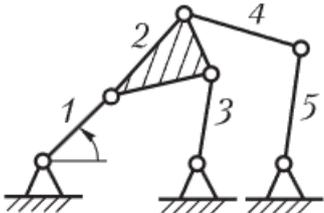
расстояние AC 10 мм

угловая скорость кривошипа ( $c^{-1}$ ) равна 3'

угловое ускорение кривошипа ( $c^{-2}$ ) равно 2.

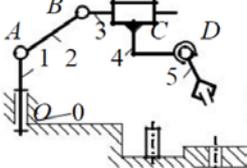
Билет 5.

1. Силовой анализ механизмов.
2. Структурный синтез простых и сложных механизмов с помощью структурных групп.
3. Задача.

	<p>Запишите формулу строения механизма и определите степень подвижности механизма (W):</p>
---	--

Билет.6.

1. Силовой расчет кривошипно-ползунного механизма.
2. Зубчатые механизмы с неподвижными и подвижными осями вращения.
3. Задача.

	<p>Провести структурный анализ манипулятора робота.</p>
---	---

### Критерии оценивания ответа на зачете.

Зачет оценивается – оценкой «зачет», «незачет».

«Зачет» получают студенты, имеющие знания по всем темам дисциплины и умеющие решать практические задачи; студенты получают «незачет», если не владеют теоретическим материалом по дисциплине и не могут решать задачи.

### 4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Оценочные материалы для проверки остаточных знаний могут быть использованы для формирования программы ГИА (программы государственного экзамена), а также экспертом Рособнадзора при проведении проверки диагностической работы по оценке уровня сформированности компетенций обучающихся (при контрольно-надзорной проверке).

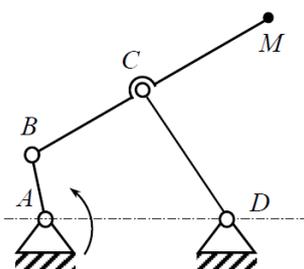
#### Вопросы для проведения теста по дисциплине «Теория механизмов и машин»

1. Звено механизма, совершающее поступательное движение, называется:
  - А) Коромысло
  - Б) Шатун
  - В) Ползун
  - Г) Кривошип.
 Ответ: \_\_\_\_\_
2. Для расчета на прочность отдельных звеньев механизма или их частей необходимо:
  - А) провести структурный анализ механизма
  - Б) провести силовой расчет механизма
  - В) найти законы движения звеньев
  - Г) определить класс кинематических пар
 Ответ: \_\_\_\_\_
3. Если имеем 6 подвижных звеньев, входящих в структурную группу механизма, то сколько будет в нем одноподвижных кинематических пар?
  - А) 6
  - Б) 7
  - В) 8
  - Г) 9
 Ответ: \_\_\_\_\_
4. С помощью скольких противовесов можно уравновесить звено манипулятора.?

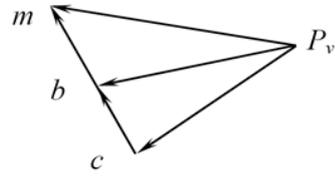
- А) четырех
- Б) одного
- В) трех
- Г) двух

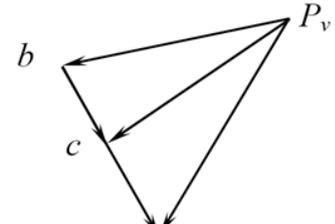
Ответ: \_\_\_\_\_

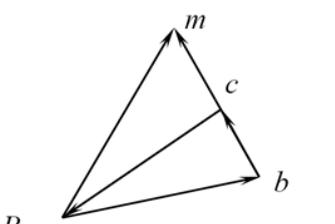
5. Укажите план скоростей, соответствующий механизму:



Ответ: \_\_\_\_\_

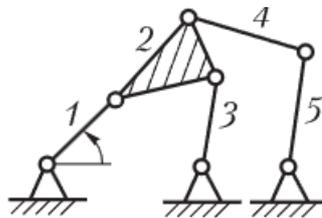
А) 

Б) 

В) 

6. Запишите формулу строения механизма и определите степень подвижности механизма (W):

	Формула строения механизма, W
А	$B_{01} - [B_{12} - B_{23} - B_{30}] - [B_{24} - B_{45} - B_{50}]$ , W=1
Б	$B_{01} - [B_{12} - B_{30} - B_{23}] - [B_{50} - B_{54} - B_{42}]$ , W=1
В	$B_{01} - [B_{12} - B_{24} - B_{31}] - [B_{24} - B_{45} - B_{50}]$ , W=2



Ответ: \_\_\_\_\_

7. Условие соосности для двухрядного планетарного механизма с одним внешним и одним внутренним зацеплением при  $z_2 > z_1$ :

- А)  $z_1 + z_2 = z_3 + z_4$
  - Б)  $z_1 + z_2 = z_4 - z_3$
  - В)  $z_1 - z_2 = z_4 - z_3$
  - Г)  $z_1 - z_2 = z_4 + z_3$
- Ответ: \_\_\_\_\_

8. Силовой расчет механизмов основывается на решении прямой задачи динамики, в которой:

(выберите один или несколько вариантов ответов)

- А) реакции в кинематических парах подлежат определению
  - Б) реакции в кинематических парах считаются заданными
  - В) внешние силы, приложенные к звеньям механизма, считаются заданными
  - Г) внешние силы, приложенные к звеньям механизма, подлежат определению
- Ответ: \_\_\_\_\_

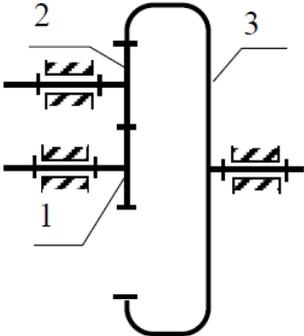
9. Необходимые параметры при расчете передаточного отношения червячной передачи:

Выберите один или несколько вариантов

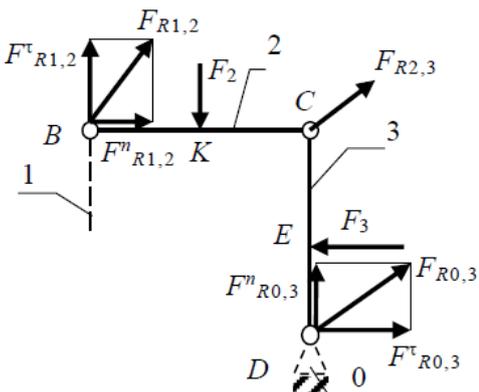
- А) расчетный шаг
- Б) число зубьев червячного колеса
- В) диаметр червячного колеса
- Г) число заходов червяка

Ответ: \_\_\_\_\_

10. Какое/какие условие(я) обязательны для работоспособности механизма, представленного на схеме?

	<ul style="list-style-type: none"> <li>А) <math>Z_1 - Z_2 = Z_3 - Z_2</math>;</li> <li>Б) <math>a_{w1,2} = a_{w2,3}</math>;</li> <li>В) <math>m_{1,2} = m_{2,3}</math>;</li> <li>Г) <math>Z_3 &gt; Z_2</math></li> </ul> <p>Ответ: _____</p>
--	--

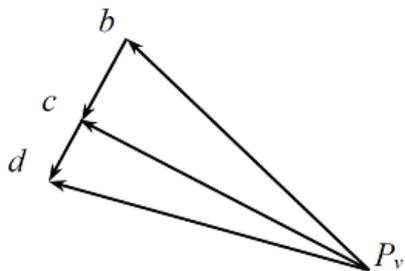
11. Силовой анализ механизма.

<p>Расчетная схема нагружения группы Ассура</p> 	<p>Выполняется силовой анализ группы Ассура <b>методом планов сил</b>. Силы тяжести и силы инерции звеньев считаем учтенными в силах <math>F_2</math> и <math>F_3</math> (или пренебрегаем силами инерции и тяжести звеньев).</p> <p>Какое/какие уравнения равновесия группы записаны правильно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>А) <math>\sum \bar{F} = \bar{F}_{R1,2}^n + \bar{F}_{R1,2}^t + \bar{F}_{R0,3}^t + \bar{F}_{R0,3}^n + \bar{F}_2 + \bar{F}_3 = 0.</math></li> <li>Б) <math>\sum \bar{F} = \bar{F}_{R1,2} + \bar{F}_2 + \bar{F}_3 + \bar{F}_{R0,3} = 0.</math></li> <li>В) <math>\sum \bar{F} = \bar{F}_{R1,2}^n + \bar{F}_{R1,2}^t + \bar{F}_2 + \bar{F}_{R2,3} + \bar{F}_3 + \bar{F}_{R0,3}^t + \bar{F}_{R0,3}^n = 0.</math></li> <li>Г) Нет ни одного верного уравнения.</li> </ul> <p>Ответ: _____</p>
---	--

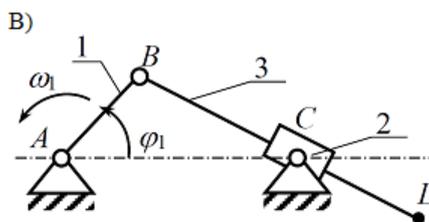
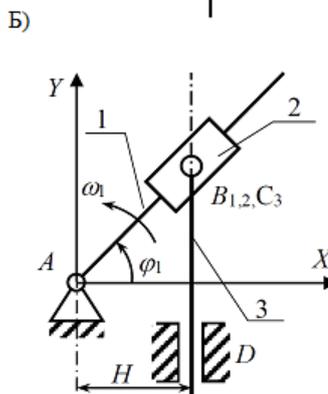
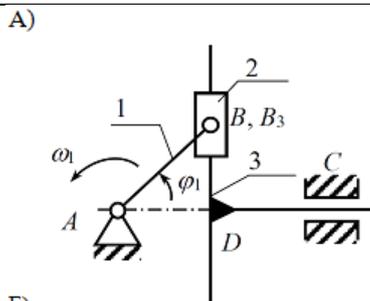
12.

Укажите механизм (А, Б или В) которому соответствует план скоростей, изображенный на рисунке:

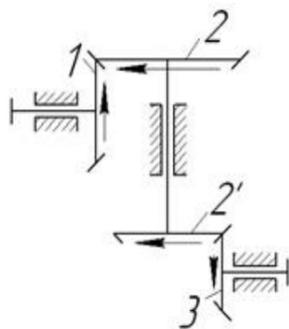
План скоростей:



Ответ: механизм \_\_\_\_



13.



Определить передаточное отношение  $i_{13}$  зубчатой передачи, если  $z_1=26$ ,  $z_2=40$ ,  $z_2'=30$ ,  $z_3=20$ .

- А) 2,45      Б) -2,06  
В) -1,03    Г) 1,03

Ответ: \_\_\_\_\_

14. По формуле строения механизма  $B_{01} - [B_{12}-B_{20}] - [B_{23}-B_{34}-B_{40}]$  определите, что входит в состав механизма?

Выберите один или несколько правильных ответов.

А) Начальный вращательный механизм; однозвенная двухповодковая группа Ассра; двухзвенная двухповодковая группа Ассра.

Б) Начальный механизм; двухзвенная двухповодковая группа Ассра; трехзвенная двухповодковая группа Ассра.

В) Пространственный начальный механизм; однозвенная двухповодковая группа Ассра; двухзвенная двухповодковая группа Ассра.

Г) Начальный механизм; однозвенная двухповодковая группа Ассра; двухзвенная двухповодковая группа Ассра.

Ответ: \_\_\_\_\_

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если даны правильные ответы на 10 вопросов.

### **Информация о разработчике**

Горбенко Татьяна Ивановна, кандидат физико-математических наук, доцент, НИ Томский государственный университет, Физико-технический факультет, кафедра Автоматизации технологических процессов, доцент.