

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева (филиал)  
Тюменского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Шилов С.П.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине  
ОП.04 Техническая механика  
для обучающихся по программе подготовки специалистов среднего звена  
15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)  
Форма обучения – очная

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Техническая механика» для обучающихся по программе подготовки специалистов среднего звена 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям). Форма обучения – очная. Тобольск, 2020.

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Техническая механика» разработан на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 09 декабря 2016 года, № 1550, на основе примерной основной образовательной программы, регистрационный номер в реестре 170828 от 17 апреля 2017 года.

© Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева (филиал) Тюменского государственного университета, 2020

© Кутумова А.А., 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	3
2. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	5
3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1.1. Область применения программы

Фонд оценочных средств дисциплины «Техническая механика» является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям).

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Техническая механика» может быть использован в профессиональной подготовке студентов по квалификации – техник-мехатроник.

### 1.2. Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Дисциплина «Техническая механика» входит в профессиональный учебный цикл.

### 1.3. Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- Классификацию и виды отказов оборудования;
- Понятие, цель и функции технической диагностики;
- Понятие, цель и виды технического обслуживания;
- Физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, области применения, правила эксплуатации оборудования мехатронных систем
- Технологические процессы ремонта и восстановления деталей и оборудования мехатронных систем
- Изготовление структурных и механические элементы, необходимых для дополнительной конструкции

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- Разрабатывать мероприятия по устранению причин отказов и обнаружению дефектов оборудования мехатронных систем;
- Обнаруживать неисправности мехатронных систем
- Применять технологические процессы восстановления деталей
- Синтезировать кинематическую модель мобильного робота;
- Синтезировать математическую модель мобильного робота
- Синтезировать динамическую модель мобильных роботов
- Применять навыки по сборке и монтажу отдельных компонентов мобильного робота

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК 2.2. Диагностировать неисправности мехатронных систем с использованием алгоритмов поиска и устранения неисправностей.

ПК 2.3. Производить замену и ремонт компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией.

ПК 4.2. Разрабатывать управляющие программы мобильных робототехнических комплексов в соответствии с техническим заданием.

ПК 4.3. Осуществлять настройку датчиков и исполнительных устройств мобильных робототехнических комплексов в соответствии с управляющей программой и техническим заданием.

ПК 5.2. Выполнять сборку и монтаж компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов в соответствии с технической документацией.

Код ПК, ОК	Умения	Знания
<b>ПК 2.2</b>	У1 Разрабатывать мероприятия по устранению причин отказов и обнаружению дефектов оборудования мехатронных систем; У2 Обнаруживать неисправности мехатронных систем	31 Классификацию и виды отказов оборудования; 32 Понятие, цель и функции технической диагностики; 33 Понятие, цель и виды технического обслуживания; 34 Физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, области применения, правила эксплуатации оборудования мехатронных систем
<b>ПК 2.3</b>	У3 Применять технологические процессы восстановления деталей	35 Технологические процессы ремонта и восстановления деталей и оборудования мехатронных систем
<b>ПК 4.2</b>	У4 Синтезировать кинематическую модель мобильного робота; У5 Синтезировать математическую модель мобильного робота	
<b>ПК 4.3</b>	У6 Синтезировать динамическую модель мобильных роботов	
<b>ПК 5.2</b>	У7 Применять навыки по сборке и монтажу отдельных компонентов мобильного робота	36 Изготовление структурных и механические элементы, необходимых для дополнительной конструкции

## 3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

п/п	Темы дисциплины, МДК, разделы (этапы) практики, в ходе текущего контроля, вид промежуточной аттестации с указанием семестра	Код контролируемой компетенции (или её части), знаний, умений	Наименование оценочного средства (с указанием количество вариантов, заданий и т.п.)
<b>Раздел 1. Теоретическая механика</b>			
1.	Тема 1.1. Статика	31-35, У1-У6, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3	Тестово-расчетное задание (часть 1, 7 заданий, 4 варианта; часть 2, 4 задания, 4 варианта), практическое задание (10 вариантов)
2.	Тема 1.2. Кинематика	31-36, У1-У7, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК.5.2	Тестово-расчетное задание (4 задания, 4 варианта); практическое задание 1 (10 вариантов), практическое задание 2 (10 вариантов).
3.	Тема 1.3. Динамика	31-36, У1-У7, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК.5.2	Контрольная работа (6 заданий, 2 варианта), практическое задание (10 вариантов)
<b>Раздел 2. Сопротивление материалов</b>			
4.	Тема 2.1. Основные положения, гипотезы и допущения	31-36, У1-У7, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК.5.2	Тест (два варианта с ответами)
5.	Тема 2.2. Основные виды деформаций элементов конструкций	31-36, У1-У7, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК.5.2	Тест (6 заданий, два варианта с ответами); Практическое задание 1, практическое задание 2 (10 вариантов), практическое задание 3 (10 вариантов), практическое задание 4 (10 вариантов)
	Раздел 3. Основы теории	31-36, У1-У7,	Тест (15 заданий два

	механизмов	ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК.5.2	варианта с ответами), практическое задание 1, практическое задание 2 (10 вариантов).
6.	Промежуточная аттестация в 4 семестре	31-36, У1-У7, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК.5.2	Дифференцированный зачет: вопросы по разделам (68 вопросов)

### 3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Раздел 1. Теоретическая механика. Тема 1.1. Статика</b>	31-35, У1-У6, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3
--	--

Тестово-расчетное задание (часть 1, 7 заданий, 4 варианта; часть 2, 4 задания, 4 варианта), практическое задание (10 вариантов).

#### Часть 1

##### Вариант 1.

#### 1. Статика – это раздел теоретической механики, который изучает:

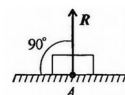
- А. механическое движение материальных твердых тел и их взаимодействие.
- Б. условия равновесия тел под действием сил.
- В. движение тел как перемещение в пространстве; характеристики тел и причины, вызывающие движение, не рассматриваются.
- Г. движение тел под действием сил.

#### 2. Равнодействующая сила – это:

- А. такая сила, которое оказывает на тело такое же действие, как и все силы воздействующие на тело вместе взятые.
- Б. такая сила, которое оказывает на тело такое же действие, как и каждая из сил воздействующих на тело.
- В. такая система сил, которое оказывает на тело такое же действие, как и все силы воздействующие на тело вместе взятые.
- Г. такая система сил, которое оказывает на тело такое же действие, как и каждая из сил воздействующих на тело.

#### 3. На рисунке представлен данный вид связи:

- А. в виде шероховатой поверхности
- Б. в виде гибкой связи
- В. в виде гладкой поверхности
- Г. в виде жесткой связи



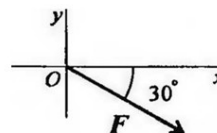
#### 4. Системой сходящихся сил называется:

- А. система сил, действующих на одно тело, ЛДС которых имеют одну общую точку.
- Б. система сил, действующих на разные тела, ЛДС которых имеют одну общую точку.
- В. система сил, действующих на разные тела, ЛДС которых не имеют общих точек.
- Г. система сил, действующих на одно тело, ЛДС которых не имеют общих точек.

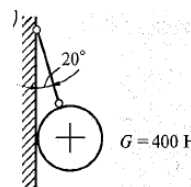
ЛДС – линия действия сил

5. Выражение для расчета проекции силы  $F$  на ось  $Oy$  для рисунка:

- А.  $F_y = -F \cdot \cos 30^\circ$   
 Б.  $F_y = F \cdot \cos 60^\circ$   
 В.  $F_y = -F \cdot \sin 30^\circ$   
 Г.  $F_y = -F \cdot \sin 60^\circ$



6. Сформулируйте принцип освобождения от связей.
7. Определите направления и величины реакций связей для системы тел, если вес шара  $G = 400 \text{ Н}$ .



Вариант 2.

1. Сила – это:

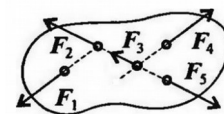
- А. векторная величина, характеризующая механическое взаимодействие тел между собой.  
 Б. скалярная величина, характеризующая механическое взаимодействие тел между собой.  
 В. векторная величина, характеризующая динамическое взаимодействие тел между собой.  
 Г. скалярная величина, характеризующая динамическое взаимодействие тел между собой.

2. Тела, ограничивающие перемещение других тел, называют:

- А. реакциями  
 Б. опорами  
 В. связями  
 Г. поверхностями

3. При условии, что  $F_1 = -|F_4|$ ,  $F_2 = -|F_5|$ ,  $F_3 \neq -|F_5|$ , эти силы системы можно убрать, не нарушая механического состояния тела:

- А.  $F_1$  и  $F_3$   
 Б.  $F_2$  и  $F_5$   
 В.  $F_1$  и  $F_4$   
 Г.  $F_3$  и  $F_5$



4. Определение равнодействующей в плоской системе сходящихся сил графическим способом заключается в построении:

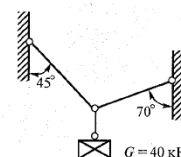
- А. силового многоугольника  
 Б. силового неравенства  
 В. проекций всех сил на оси координат  $X$  и  $Y$   
 Г. круговорота внутренних и внешних сил

5. Опора допускает поворот вокруг шарнира и перемещение вдоль опорной поверхности. Реакция направлена перпендикулярно опорной поверхности:

- А. шарнирная опора  
 Б. шарнирно-подвижная опора  
 В. шарнирно-неподвижная опора  
 Г. защемление

6. Сформулируйте аксиому взаимодействия двух тел.

7. Определите направления и величины реакций связей для системы тел, если вес шара  $G = 40 \text{ кН}$ .



Вариант 3.

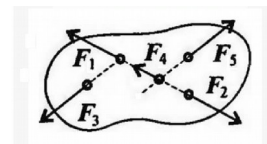


**1. Абсолютно твёрдое тело – это:**

- А. физическое тело, размерами которого можно пренебречь, по сравнению с расстоянием на котором оно находится
- Б. условно принятое тело, размерами которого можно пренебречь, по сравнению с расстоянием на котором оно находится
- В. физическое тело, которое не подвержено деформации
- Г. условно принятое тело, которое не подвержено деформации

**2. Связь – это:**

- А. тело, движению которого ничего не препятствует.
- Б. опора, которая препятствует движению других тел.
- В. тело, которое препятствует движению других тел.
- Г. поверхность, которая препятствует движению других тел.



**3. При условии, что  $F_1 = -|F_2|$ ,  $F_3 = -|F_5|$ ,  $F_4 \neq -|F_2|$ , эти силы системы можно убрать, не нарушая механического состояния тела:**

- А.  $F_1$  и  $F_3$
- Б.  $F_2$  и  $F_4$
- В.  $F_1$  и  $F_2$
- Г.  $F_3$  и  $F_5$

**4. Указать на неправильное утверждение:**

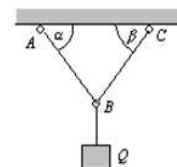
- А. механическое состояние твёрдого тела не нарушится при перемещении силы вдоль линии ее действия
- Б. равнодействующая двух сил, приложенных к телу в одной точке, может быть определена, как диагональ прямоугольника, построенного на данных силах
- В. состояние равновесия не нарушится, если к телу приложить систему уравновешенных сил
- Г. силы взаимодействия между двумя телами всегда равны по модулю и направлены в противоположные стороны

**5. Система сходящихся сил, образующая замкнутый силовой многоугольник, (выбрать правильный ответ)**

- А. имеет равнодействующую, уравновешивающую данную систему сил
- Б. не имеет равнодействующей
- В. эквивалентна нулю
- Г. не имеет точки приложения

**6. Сформулируйте аксиому отвердевания тела.**

**7. Определите направления и величины реакций связей для системы тел, если вес подвешенного тела составляет 10 кН.  $65^\circ$ ,  $\beta=55^\circ$ .**

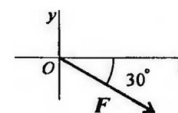


$\alpha=$

**Вариант 4.**

**1. Если равнодействующая сила при сложении векторов в системе сходящихся сил, оказалась равна нулю, то это будет означать:**

- 8. что данное тело не испытывает нагрузок.
- 9. что данное тело не движется.
- 10. что данное тело является свободным.
- 11. что данное тело не испытывает излишней нагрузки.



**2. Выражение для расчета проекции силы  $F$  на ось  $Ox$  для рисунка:**

- А.  $F_x = -F \cdot \cos 30^\circ$
- Б.  $F_x = F \cdot \cos 60^\circ$
- В.  $F_x = -F \cdot \sin 30^\circ$
- Г.  $F_x = F \cdot \sin 60^\circ$

3. Опора допускает поворот вокруг шарнира и может быть заменена двумя составляющими силы вдоль осей координат:

- А. шарнирная опора
- Б. шарнирно-подвижная опора
- В. шарнирно-неподвижная опора
- Г. жесткая заделка

4. Свободным называется тело ...

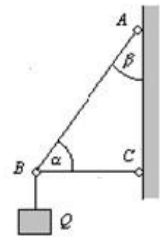
- А. если другие тела не препятствуют его перемещению в любом направлении
- Б. не подверженное влиянию внешних силовых факторов
- В. способное двигаться с ускорением под действием внешних сил
- Г. не имеющее массы

5. Как направлена реакция связи «идеально гладкая поверхность»?

- А. перпендикулярно плоскости, касательной к поверхности идеально гладкого тела
- Б. по нормали к опорной поверхности в сторону тела
- В. перпендикулярно плоскости, касательной к идеально гладкой поверхности (связи) в сторону этой поверхности
- Г. по нормали к точке касания тела с поверхностью в сторону связи

6. Сформулируйте условие равновесия тела.

7. Определите направления и величины реакций связей для системы тел, если вес подвешенного тела составляет 10 кН.  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ .



## Часть 2

Вариант 1.

1. Моментом силы относительно точки называется:

- А) произведение всех сил системы
- Б) произведение силы на плечо
- В) отношение силы к расстоянию до точки
- Г) отношение расстояния до точки к величине силы

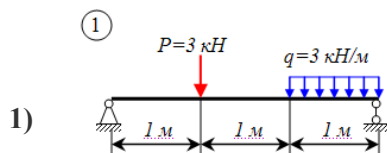
2. Центр тяжести параллелепипеда находится:

- А) на одной из граней фигуры
- Б) на середине низовой грани фигуры
- В) на пересечении диагоналей фигуры
- Г) на середине перпендикуляра, опущенного из середины верхней грани фигуры

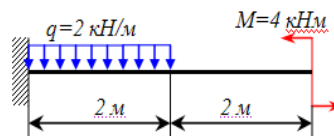
3. В каком случае момент силы относительно точки равен нулю

- А) если линия действия силы пересекает данную точку
- Б) если сила расположена на координатной оси
- В) если сила отстоит от данной точки на определенном расстоянии
- Г) если сила пересекает плоскость, в которой расположена точка

4. Определите реакции связей для балок, изображенных на рисунке.



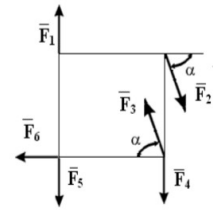
2)



Вариант 2.

1. Какие силы из заданной системы образуют пары сил, если  $F_1 = F_4 = F_5$ ;  $F_2 = F_3 = F_6$ :

- А)  $(F_2; F_3)$  и  $(F_4; F_5)$ ;
- Б)  $(F_1; F_5)$  и  $(F_2; F_3)$ ;
- В)  $(F_3; F_4)$  и  $(F_6; F_5)$ ;
- Г)  $(F_1; F_4)$  и  $(F_2; F_3)$ .



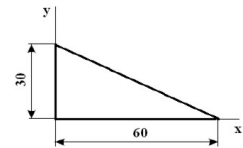
пары

2. Плечом силы относительно центра называется:

- А) Отрезок, соединяющий центр и точку приложения силы;
- Б) Отрезок, соединяющий центр и середину вектора силы;
- В) Луч, проходящий через центр, параллельно линии действия силы;
- Г) Кратчайшее расстояние от центра до линии действия силы.

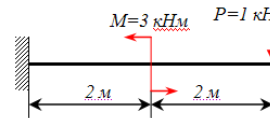
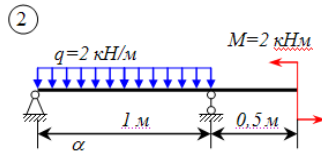
Что произойдет с координатами центра тяжести  $x_c$  и  $y_c$ , если увеличить величину основания треугольника до 90 см:

- А)  $x_c$  и  $y_c$  не изменятся;
- Б) изменится  $x_c$ ;
- В) изменится  $y_c$ ;
- Г) изменится  $x_c$  и  $y_c$ .



3. Определите реакции связей для балок, изображенных на рисунке.

1)



Вариант 3.

Парой сил называется система двух сил:

1.

- А) Равных по модулю, расположенных произвольно;
- Б) Лежащих в одной плоскости;
- В) Равных по модулю, параллельных и направленных в противоположные стороны;
- Г) Равных по модулю и лежащих на одной прямой;

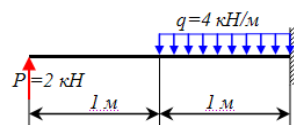
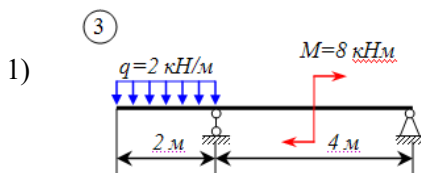
2. Координаты точек А и В прямолинейного стержня АВ:  $x_A = 10$  см,  $x_B = 40$  см. Тогда координата  $x_c$  центра тяжести стержня АВ в см равна:

- А) 31 см;
- Б) 20 см;
- В) 25 см;
- Г) 35 см.

3. Где находится центр тяжести у симметричных фигур?

- А) на границе тела
- Б) в центре координат
- В) на оси симметрии
- Г) слева от оси симметрии

4. Определите реакции связей для балок, изображенных на рисунке.



Вариант 4.

1. Выберите два верных утверждения

- А) момент силы не изменяется при переносе точки приложения силы вдоль ее линии действия
- Б) главный момент силы относительно центра  $O$ , определяемый суммой моментов сил относительно центра  $O$  определяет равновесие тела
- В) момент равнодействующей силы относительно центра  $O$  равен нулю
- Г) момент силы относительно центра  $O$  равен нулю, когда сила равна нулю или когда линия действия силы проходит через центр  $O$ .

2. Изменится ли положение центра тяжести тела, если его повернуть на 90 градусов?

- А) да
- Б) нет
- В) зависит от массы тела
- Г) зависит от габаритных размеров тела

3. Если система сил имеет равнодействующую силу, то ее момент относительно любого центра  $O$  равен

- А) геометрической сумме векторов моментов всех сил системы относительно того же центра
- Б) алгебраической сумме векторов моментов всех сил системы относительно того же центра
- В) геометрической сумме векторов моментов всех сил системы относительно произвольного центра
- Г) геометрической сумме векторов моментов только сходящихся сил системы относительно того же центра

4. Определите реакции связей для балок, изображенных на рисунке.

1)



**Практическое задание**

**Определение центра тяжести плоских и объемных фигур**

Цель: Научится определять центр тяжести сложных составных сечений.

Оборудование: сложные плоские фигуры различной формы, установка для определения центра тяжести фигур.

Ход работы:

1. Опишите основные понятия и определения центра тяжести фигур.

Дайте определение следующим понятиям:

Сложное сечение \_\_\_\_\_

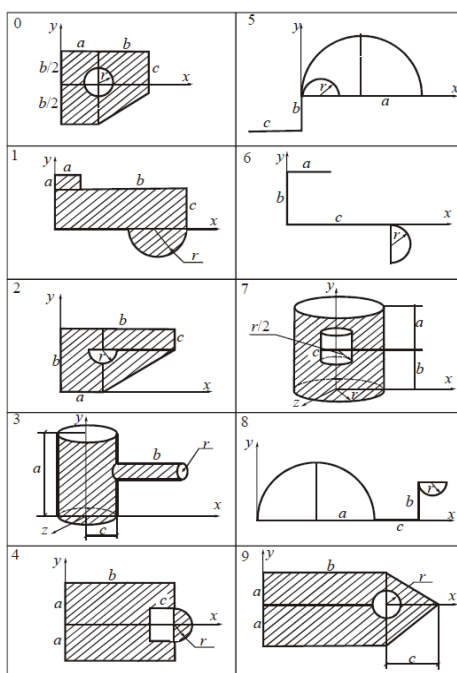
Простое сечение \_\_\_\_\_

2. Опишите случаи, в которых упрощается решение задач на определение центра тяжести \_\_\_\_\_

3. Разбейте сложное сечение на простые составляющие \_\_\_\_\_

Рисунок (10

вариантов).



Перечислите, из каких составляющих фигур состоит сложное сечение

---



---

4. Определите оптимальные оси координат для данного сечения, изобразите их на рисунке

5. Определите координаты центра тяжести сложного сечения, состоящего из простых геометрических фигур. Опытным путем проверить решение.

№ условия	$a$	$b$	$c$	$r$
	см			
0	8	12	5	2
1	6	8	4	4
2	10	15	8	1
3	6	10	4	3
4	8	8	4	1
5	10	16	8	2
6	12	20	10	3
7	10	6	3	2
8	8	10	4	1
9	10	12	6	4

6. Сделайте вывод и ответьте на контрольные вопросы:

- Что такое центр тяжести?
- Как определить центр тяжести треугольника. Прямоугольника?
- Какой метод расчета применялся при выполнении данной работы и почему?
- Что такое сила тяжести?
- Где находится центр тяжести симметричной фигуры?
- Что называется статическим моментом площади

Тестово-расчетное задание (4 задания, 4 варианта); практическое задание 1 (10 вариантов), практическое задание 2 (10 вариантов).

### Вариант 1.

1. Радиус-вектор материальной точки меняется со временем согласно уравнению

$$\vec{r} = 2t^3 \vec{i} + 4t^2 \vec{j} + 3t \vec{k}, \text{ м.}$$

Найти: 1) зависимость вектора скорости точки от времени;

2) зависимость модуля скорости от времени;

3) зависимость вектора ускорения точки от времени;

4) зависимость модуля ускорения от времени;

5) значения скорости и ускорения в момент времени  $t = 1$  с от начала движения.

2. Материальная точка движется по окружности радиусом 0,5 м согласно уравнению  $s = t^3 - 2t + 2$ .

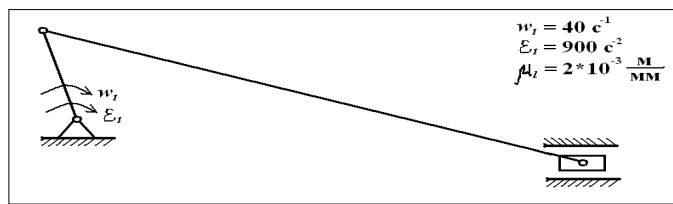
Найти скорость, тангенциальное, нормальное и полное ускорение в момент времени 3 с.

3. Диск радиусом  $R = 0,3$  м вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением  $\varphi = 4 - 2t + t^2$ .

Определить для точек на ободе колеса к концу второй секунды после начала движения:

- 1) угловое перемещение;
- 2) угловую скорость;
- 3) угловое ускорение;
- 4) тангенциальное ускорение;
- 5) нормальное ускорение;
- 6) полное ускорение.

4. Выполнить кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма.



### Вариант 2.

1. Радиус-вектор материальной точки меняется со временем согласно уравнению

$$\vec{r} = t^2 \vec{i} + t^2 \vec{j} - 2t \vec{k}, \text{ м.}$$

Найти: 1) зависимость вектора скорости точки от времени;

2) зависимость модуля скорости от времени;

3) зависимость вектора ускорения точки от времени;

4) зависимость модуля ускорения от времени;

5) значения скорости и ускорения в момент времени  $t = 1$  с от начала движения.

2. Материальная точка движется по окружности радиусом 10 м согласно уравнению  $s = 5t^3 + 2t^2 - t$ .

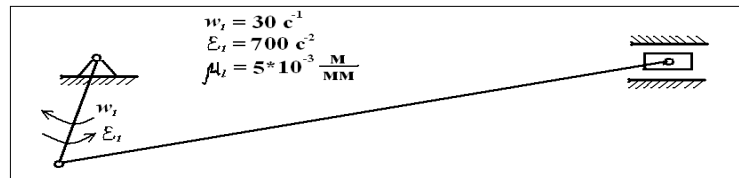
Найти скорость, тангенциальное, нормальное и полное ускорение в момент времени 2 с.

3. Диск радиусом  $R = 0,05$  м вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением  $\varphi = 3t^2 + 3t^3$ .

Определить для точек на ободе колеса к концу первой секунды после начала движения:

- 1) угловое перемещение;
- 2) угловую скорость;
- 3) угловое ускорение;
- 4) тангенциальное ускорение;
- 5) нормальное ускорение;
- 6) полное ускорение.

4. Выполнить кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма.



### Вариант 3.

1. Радиус-вектор материальной точки меняется со временем согласно уравнению

$$\vec{r} = 4\vec{i} + t^2\vec{j} - 2t^3\vec{k}, \text{ м.}$$

Найти: 1) зависимость вектора скорости точки от времени;

- 2) зависимость модуля скорости от времени;
- 3) зависимость вектора ускорения точки от времени;
- 4) зависимость модуля ускорения от времени;
- 5) значения скорости и ускорения в момент времени  $t = 1$  с от начала движения.

2. Материальная точка движется по окружности радиусом 5 м согласно уравнению  $s = 2t^2 - 0,3t + 2$ .

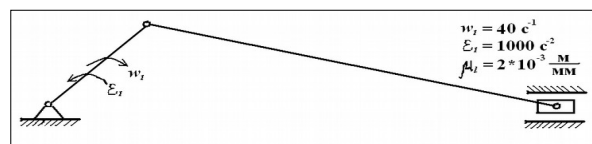
Найти скорость, тангенциальное, нормальное и полное ускорение в момент времени 0,5 с.

3. Диск радиусом  $R = 0,1$  м вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением  $\varphi = 4 - 2t + 4t^2 + t^3$ .

Определить для точек на ободе колеса к концу второй секунды после начала движения:

- 1) угловое перемещение;
- 2) угловую скорость;
- 3) угловое ускорение;
- 4) тангенциальное ускорение;
- 5) нормальное ускорение;
- 6) полное ускорение.

4. Выполнить кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма.



### Вариант 4.

1. Радиус-вектор материальной точки меняется со временем согласно уравнению

$$\vec{r} = 3t^2\vec{i} - 3t^3\vec{j} + 2\vec{k}, \text{ м.}$$

Найти: 1) зависимость вектора скорости точки от времени;

- 2) зависимость модуля скорости от времени;

- 3) зависимость вектора ускорения точки от времени;
- 4) зависимость модуля ускорения от времени;
- 5) значения скорости и ускорения в момент времени  $t = 1$  с от начала движения.

2. Материальная точка движется по окружности радиусом 1,5 м согласно уравнению  $s = 2t^2 + 4t + 4$ .

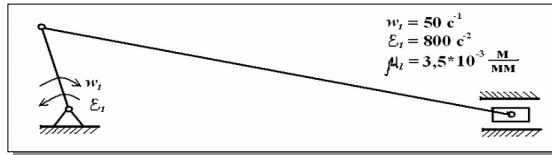
Найти скорость, тангенциальное, нормальное и полное ускорение в момент времени 1 с.

3. Диск радиусом  $R = 0,2$  м вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением  $\varphi = t^3 - 0,2t$ .

Определить для точек на ободе колеса к концу второй секунды после начала движения:

- 1) угловое перемещение;
- 2) угловую скорость;
- 3) угловое ускорение;
- 4) тангенциальное ускорение;
- 5) нормальное ускорение;
- 6) полное ускорение.

4. Выполнить кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма.



**задание 1**

**Практическое (10 вариантов)**

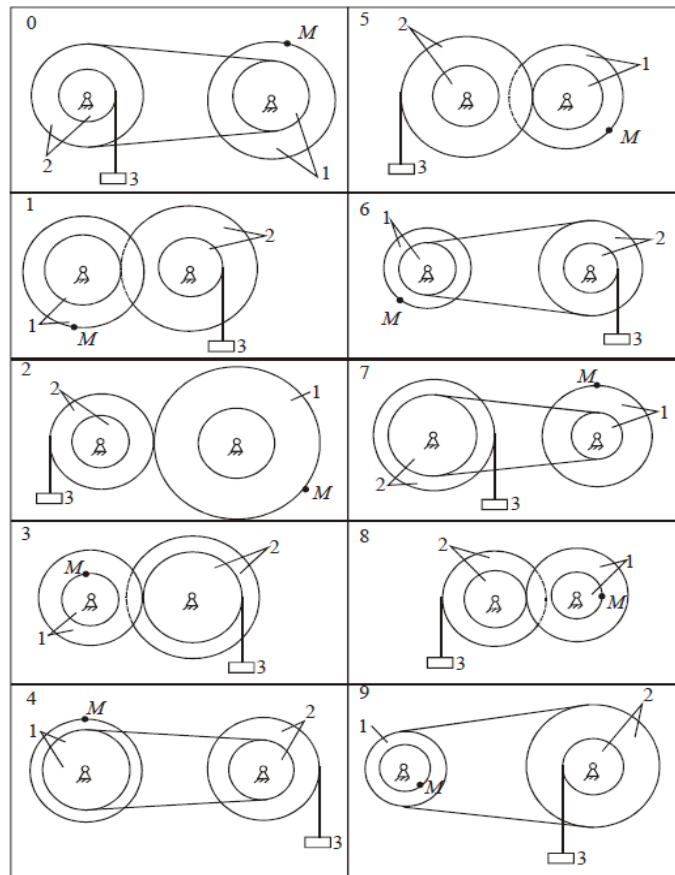
**Вращательное движение твердого тела**

Механизм состоит из ступенчатых колес 1, 2, находящихся в зацеплении, или шкивов, связанных ременной передачей. К грузу 3 прикреплена нить, которая наматывается на одно из колес (рис.).

В таблице заданы:

- или закон движения груза 3,  $s_3 = s_3(t)$ ,  $s$  – в метрах,  $t$  – в секундах;
- или закон изменения скорости груза 3,  $V_3 = V_3(t)$ ,  $V$  – в метрах в секунду;
- или закон

движения колес  
 $\varphi_1(t), \varphi_2 = \varphi_2(t)$ ,  
 – или закон  
 угловых  
 $\omega_1(t), \omega_2 = \omega_2(t), \omega$



вращательного  
 или шкивов,  $\varphi_1 =$   
 $\varphi$  – в радианах;  
 изменения их  
 скоростей,  $\omega_1 =$   
 – в с<sup>-1</sup>.



В момент времени  $t = t_1$  определить величины, указанные в столбце «Найти». На рисунках построить вектор скорости указанной точки и ускорения, а также указать направления вращения колес или шкивов.

**Указания.** Задания относятся к теме «Вращательное движение твердого тела». При решении этих задач следует учесть, что если колеса находятся в зацеплении, то скорости точек, в которых соприкасаются эти колеса, равны. При ременной передаче все точки ремня и точки, расположенные на ободах колес, имеют численно равные скорости, если скольжение ремня по ободам колес отсутствует. Колеса, насаженные на одну ось, вращаются с одинаковыми угловыми скоростями и угловыми ускорениями.

При решении задач следует воспользоваться общими формулами для вращательного движения твердого тела:  $\omega = d\varphi/dt$ ,  $v = \omega h$ ,  $a_n = \omega^2 h$ ,  $a_\tau = \varepsilon h$ , где  $h$  – расстояние точки до оси вращения;  $\omega$  и  $\varepsilon$  – угловая скорость и угловое ускорение тела. Положительные направления для угла поворота  $\varphi$  и угловой скорости  $\omega$  принять против хода часовой стрелки, а для груза 3 его движение вниз.

№ условия	Характеристики движения	Дано						Найти	
		$R_1$	$r_1$	$R_2$	$r_2$	$t_1, c$	$V, \omega$	$a, \varepsilon$	
		м							
0	$\varphi_1 = t^4 - 6$	0,15	0,05	0,20	0,05	1	$V_3, \omega_2$	$a_M, \varepsilon_1$	
1	$s_3 = 4t + 2t$	0,12	0,06	0,15	0,10	2	$V_M, \omega_1$	$a_3, \varepsilon_1$	
2	$\varphi_2 = 5t^2 - 8$	0,12	0,04	0,08	0,02	1	$V_3, \omega_1$	$a_M, \varepsilon_2$	
3	$\omega_1 = 2t^2 + t$	0,20	0,08	0,40	0,10	0,5	$V_3, \omega_2$	$a_M, \varepsilon_2$	
4	$V_3 = 8t + t$	0,40	0,05	0,20	0,10	2	$V_M, \omega_1$	$a_3, \varepsilon_1$	
5	$\omega_1 = 6t^2 + 1,5$	0,16	0,08	0,12	0,24	1	$V_3, \omega_2$	$a_M, \varepsilon_2$	
6	$\varphi_1 = 6t^2 - 2t$	0,08	0,02	0,12	0,04	2	$V_3, \omega_2$	$a_M, \varepsilon_1$	
7	$\varphi_2 = 2t^3 - 4t$	0,06	0,02	0,08	0,04	0,5	$V_3, \omega_1$	$a_M, \varepsilon_2$	
8	$\omega_2 = 2t^2 + 2$	0,20	0,06	0,10	0,05	1	$V_3, \omega_1$	$a_M, \varepsilon_2$	
9	$s_3 = 4t + 2t_2$	0,10	0,05	0,20	0,05	0,5	$V_M, \omega^2$	$a_3, \varepsilon_1$	

## Практическое задание 2 (10 вариантов)

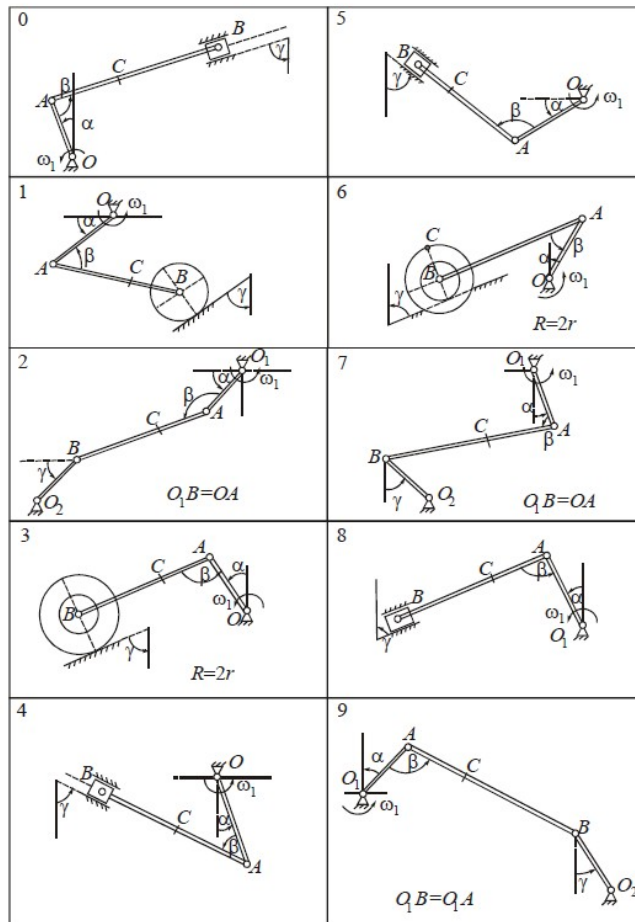
### Расчет движения деталей роботизированной системы

Плоский механизм состоит из трех тел, соединенных друг с другом шарнирами. Положение механизма определяется углами  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , значения которых вместе с другими данными приведены в таблице. Катки катятся без скольжения по неподвижной поверхности. Кривошип  $O_1A$  вращается с постоянной угловой скоростью, направление которой указано на рисунках. Дуговые стрелки на рисунках показывают, как при построении кинематической схемы механизма должны откладываться соответствующие углы. Построение схемы механизма следует начинать со стержня, положение которого определяется углом  $\alpha$ , затем  $\beta$  и  $\gamma$ .

Определите скорости точек  $B$ ,  $C$  и ускорение точки  $B$ , а также угловую скорость и угловое ускорение звена  $AB$ .

**Указания.** При их решении для определения скоростей точек механизма следует воспользоваться понятием мгновенного центра скоростей. При определении ускорения точки  $B$  следует применить теорему об ускорениях точек плоской фигуры, согласно которой  $\mathbf{a}_B = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}_{BA}$  или  $\mathbf{a}_B = \mathbf{a}_A^\tau + \mathbf{a}_A^n + \mathbf{a}_{BA}^\tau + \mathbf{a}_{BA}^n$ .

№ условия	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\omega_1$	$O_1A$	$AB$	$AC$
	град			$\text{с}^{-1}$	м	м	м
0	30	120	0	2	0,4	0,8	0,2
1	60	60	90	4	0,5	1,0	0,5
2	0	60	0	1	0,6	1,5	0,5
3	30	120	90	4	0,4	1,0	0,5
4	60	30	90	3	0,6	1,2	0,4
5	45	90	0	2	0,4	1,0	0,2
6	90	30	90	1	0,6	1,5	0,5
7	0	120	90	0,5	0,8	1,6	0,4
8	120	90	90	2	0,4	1,0	0,5
9	90	45	0	3	0,4	1,0	0,6



Раздел 1. Теоретическая механика. Тема 1.3. Динамика	31-36, У1-У7, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК.5.2
--	---

**Контрольная работа (6 заданий, 2 варианта), практическое задание (10 вариантов)**

Вариант 1.

Задача 1. К нити подвешен груз массой 1 кг. Найти силу натяжения нити  $T$ , если 1) нить с грузом покоится; 2) движется вниз с ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ ; 3) движется вверх с ускорением  $5 \text{ м/с}^2$

Задача 2. Груз массой 50 кг перемещается по горизонтальной плоскости под действием силы 300 Н, направленной под углом  $30^\circ$  к горизонтали. Коэффициент трения груза о плоскость 0,1. Определить ускорение, с которым движется груз.

Задача 3. Две гири массами 2 кг и 1 кг соединены нитью и перекинута через невесомый блок. Найти ускорение, с которым движутся гири, и силу натяжения нити. Трением в блоке пренебречь.

Задача 4. Стальной шарик массой 10 г, летящий со скоростью 100 м/с по нормали к стенке, ударяется о нее и упруго отскакивает без потери скорости. Найти импульс, полученный стенкой за время удара.

Задача 5. С какой скоростью мотоциклист должен проехать по выпуклому мосту, радиус кривизны которого 100 м, чтобы в самой верхней точке моста сила давления мотоциклиста на мост была в  $n=2$  раз меньше (из таблицы) его общей с мотоциклистом силы тяжести.

6. Практическое задание

Определение максимального вращающего момента по мощности на валу  
Цель: научиться определять по паспортным данным электродвигателя его вращающий момент.

Оборудование: электродвигатель, калькулятор.

Ход работы:

1. Найти номинальный, пусковой и максимальный вращающие моменты для двигателя А02-51-2 мощностью  $P=10 \text{ кВт}$  и частотой вращения  $\nu = 2930$  оборотов в минуту. Определите момент сил  $F$  на шкиве  $r_1 = 0,2 \text{ м}$  и на шкиве радиусов  $r_2 = 0,1 \text{ м}$ .

2. Построить диаграмму изменения пускового и максимального моментов двигателя в зависимости от частоты вращения.

3. Сделайте вывод .

Вариант 2.

Задача 1. Механическая деталь  $m = 500 \text{ г}$ , двигаясь равнозамедленно, в течение времени  $t = 1 \text{ мин}$  уменьшает свою скорость от  $v_1 = 40 \text{ км/ч}$  до  $v_2 = 28 \text{ км/ч}$ . Найти силу торможения  $F$ .

Задача 2. Под действием силы  $F = 10 \text{ Н}$  тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  дается уравнением  $s = A - Bt + Ct^2$ , где  $C = 1 \text{ м/с}^2$ . Найти массу  $m$  тела.

Задача 3. Механическая деталь (ползун) массой  $m = 20 \text{ г}$ , двигаясь равнозамедленно с начальной скоростью  $v_0 = 54 \text{ км/ч}$ , под действием силы трения  $F_{\text{тр}} = 6$

кН через некоторое время останавливается. Найти работу  $A$  сил трения и расстояние  $s$ , которое деталь пройдет до остановки.

**Задача 4.** Материальная точка массой  $m = 3$  кг движется по горизонтальной поверхности под действием силы  $F = 20$  Н. За время  $t = 6$  с ее скорость увеличилась в 5 раз. Найти начальную скорость  $v_0$  и работу  $A$  этой силы.

**Задача 5.** Определить, является ли силовое поле потенциальным, если  $F_x = z^2x$ ,  $F_y = y^3$ ,  $F_z = zx^2$ . Если является, то найти значение потенциальной энергии в точке  $M(4; 2; 5)$ .

### 6. Практическое задание

Определение максимального вращающего момента по мощности на валу  
Цель: научиться определять по паспортным данным электродвигателя его вращающий момент.

Оборудование: электродвигатель, калькулятор.

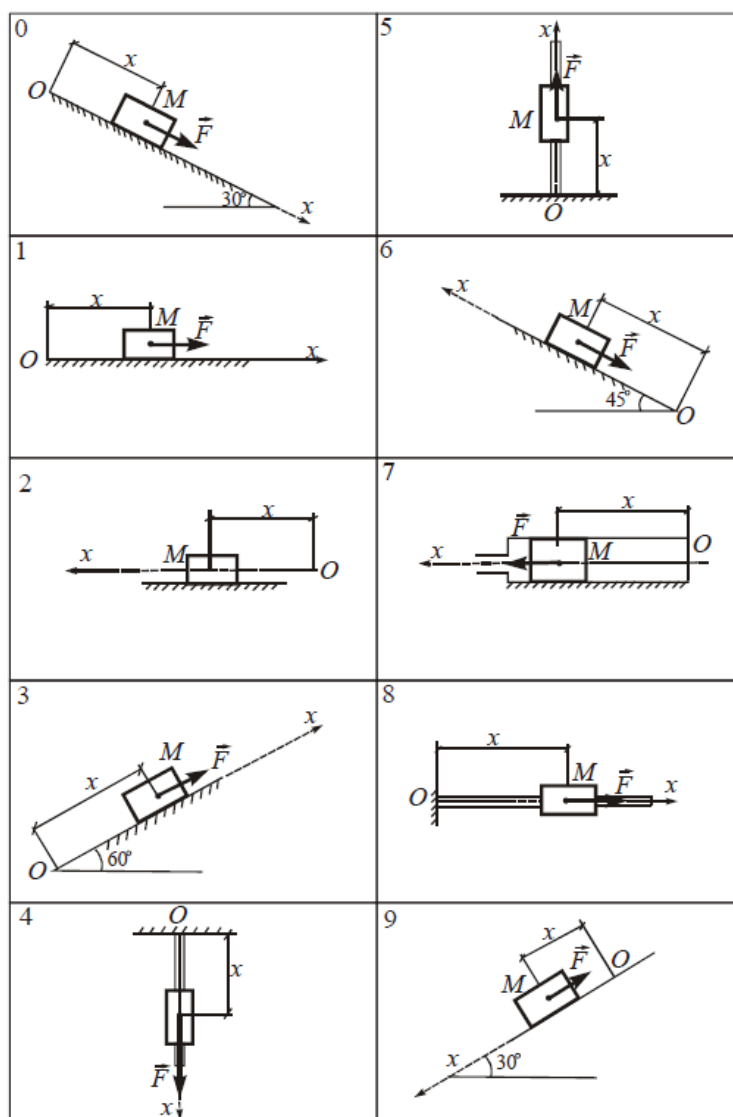
Ход работы:

1. Найти номинальный, пусковой и максимальный вращающие моменты для КШМ мощностью  $P=500$  Вт и частотой вращения  $\nu = 60$  об / мин. Определите момент сил  $F$  на шкиве  $r_1 = 0,01$  м и на шкиве радиусов  $r_2 = 0,05$  м.
2. Построить диаграмму изменения пускового и максимального моментов КШМ в зависимости от частоты вращения.
3. Сделайте вывод.

### Практическое задание (10 вариантов)

#### Дифференциальные уравнения движения элементов роботизированной системы

Тело  $M$  движется (рис.). На силы тяжести действует сила для решения приведены в которой следующие – масса тела;  $x$  – проекция  $Ox$ ;  $x_0$  и  $x'_0$  – координаты и начальной начальный  $f$  – трения. Найти движения тела за точку, при начальных



массой  $m$  вдоль оси  $Ox$  тело, кроме и силы трения,  $F$ . Необходимые данные в таблице, в приняты обозначения:  $m$  – масса тела;  $x$  – координата;  $x'$  – скорость на ось  $Ox$ ;  $x''$  – ускорение;  $t$  – время;  $f$  – коэффициент скольжения. уравнение  $M$ , принимая его материальную заданных условиях.

**Указания.** Задания относятся ко второй основной задаче динамики. Для решения этих задач необходимо записать дифференциальное уравнение движения тела в проекции на ось  $Ox$  и затем его проинтегрировать. При этом следует придерживаться следующего порядка:

- выбрать систему отсчета, относительно которой рассматривается движение тела;
- изобразить точку в произвольном положении, которое определяется координатой  $x$ ;
- показать на рисунке активные силы и силы реакций связей;
- составить дифференциальное уравнение движения точки в проекции на ось  $Ox$ ;
- проинтегрировать полученное дифференциальное уравнение;
- определить постоянные интегрирования, используя начальные условия.

Номер условия	$m$ , кг	$F$ , Н	Начальные условия		$f$
			$x_0$	$\dot{x}_0$	
			м	м/с	
0	5,0	$-(40x - 30\dot{x})$	0,0	1,0	0,1
1	2,0	$\frac{4}{\dot{x}} + 2$	0,0	0,2	0,15
2	1,0	$5t^2 + 10$	0,2	0,1	0,2
3	2,0	$32\dot{x} + 4$	0,4	0,2	0,2
4	1,0	$2t^3 + 8$	0,0	0,0	0,15
5	2,0	$2x - 2g$	1,0	1,0	0,3
6	10,0	$\sin 2t + t$	0,0	5,0	0,6
7	1,5	$4,5 + 6x$	0,0	0,3	0,4
8	3,0	$3(2\dot{x} + 3x)$	0,0	0,1	0,1
9	10,0	$4 + 3t^2$	0,0	120	0,1

**Раздел 2. Сопротивление материалов.** Тема 2.1. Основные положения, гипотезы и допущения

31-36, У1-У7,  
ПК 2.2, ПК 2.3,  
ПК 4.2, ПК 4.3,  
ПК.5.2

Тест (два варианта с ответами)

Структура теста: вопросы с выбором одного ответа

**Вариант 1**

1. Механическое свойство, характеризующее способность материала сопротивляться его разрушению под действием внешних сил, называется...

- А) твердостью
- Б) упругостью
- В) изотропностью
- Г) прочностью.

2. Если свойства материала образца, выделенного из тела, не зависят от его угловой ориентации, то такой материал называется...

- А) однородным
- Б) изотропным
- В) идеально – упругим
- Г) анизотропным.

3. Наибольшее напряжение, для которого выполняется закон Гука

- А)** временное сопротивление
- Б)** предел сопротивления
- В)** предел текучести
- Г)** предел упругости

4. Как изменится осадка пружины, если диаметр проволоки увеличить в два раза?

- А) уменьшится в 8 раз
- Б) увеличится в 8 раз
- В) уменьшится в 16 раз
- Г) увеличится в 16 раз

5. Какая составляющая ускорения любой точки твердого тела равна нулю при равномерном вращении твердого тела вокруг неподвижной оси?
- А) нормальное ускорение
  - Б) полное ускорение
  - В) касательное ускорение
  - Г) угловое ускорение
6. Величина нормального напряжения, до которой справедлив закон Гука
- А) предел текучести**
  - Б) предел прочности**
  - В) предел пропорциональности**
  - Г) временное сопротивление**
7. Тело, один размер которого намного превышает два других, называется...
- А) стержнем
  - Б) массивом
  - В) пластиной
  - Г) оболочкой.
8. Векторная величина, которая характеризует интенсивность распределения внутренних сил по сечению тела, называется...
- А) касательным напряжением
  - Б) напряженным состоянием в точке
  - В) полным напряжением в точке
  - Г) нормальным напряжением.
9. Для определения внутренних силовых факторов, действующих в сечении тела, используется...
- А) метод сил
  - Б) принцип независимости действия сил
  - В) гипотеза плоских сечений
  - Г) метод сечений.
10. Количественная мера изменения геометрических размеров в окрестности точки называется...
- А) полным перемещением точки
  - Б) абсолютным удлинением стержня
  - В) линейной деформацией
  - Г) деформированным состоянием в точке.

### Ответы

#### Вариант 1

- 1-Г
- 2-Б
- 3- Б
- 4 - А
- 5- В
- 6 - А
- 7 - А
- 8 - В
- 9 - Г
- 10- В

#### Вариант 2

1. Сопротивление материалов – это наука о методах расчета элементов инженерных конструкций на...

- А) жесткость
  - Б) прочность
  - В) устойчивость
  - Г) прочность, жесткость и устойчивость.
2. Способность конструкции, элементов конструкции сопротивляться внешним нагрузкам в отношении изменения формы и размеров называется...
- А) упругостью
  - Б) устойчивостью
  - В) твердостью
  - Г) жесткостью.
- 3.Разделение тела на части под действием внешних нагрузок называется...
- А) разрушением
  - Б) пластичностью
  - В) прочностью
  - Г) идеальной упругостью.
4. В соответствии с принципом независимости действия сил (принцип суперпозиции) ...
- А) механические характеристики материала в окрестности заданной точки не зависят от угловой ориентации выделенного из тела образца;
  - Б) результат действия системы сил равен сумме результатов действий каждой силы в отдельности;
  - В) при снятии нагрузки форма и размеры тела полностью восстанавливаются;
  - Г) большинство расчетов в сопротивлении материалов производится по недеформированной схеме.
- 5.Момент внутренних сил, действующих в поперечном сечении балки, относительно оси координат, лежащей в плоскости сечения, называется
- А) крутящим моментом
  - Б) моментом сопротивления
  - В) главным моментом.
  - Г) изгибающим моментом.
- 6.Какие внутренние усилия возникают при поперечном изгибе?
- А) продольная сила и изгибающий момент
  - Б) поперечная и продольная силы
  - В) изгибающий момент и поперечная сила
  - Г) изгибающий и крутящий моменты.
- 7.Утверждение, что напряжения и перемещения в сечениях, удаленных от места приложения внешних сил, не зависят от способа приложения нагрузки, называется...
- А) принципом независимости действия сил
  - Б) гипотезой плоских сечений
  - В) принципом начальных размеров;
  - Г) принципом Сен-Венана.
- 8.Свойство материала тела восстанавливать свои первоначальные размеры после снятия внешних сил называется...
- А) твердостью
  - Б) однородностью
  - В) упругостью
  - Г) изотропностью.
- 9.В сопротивлении материалов относительно структуры и свойств материала принимаются гипотезы...
- А) устойчивости и жесткости;
  - Б) сплошности, однородности, изотропности и идеальной упругости материала;
  - В) изотропности и идеальной упругости;



Г) сплошности и однородности материала.

10. Положение, согласно которому материал полностью заполняет весь объем тела, называется ...

- А) гипотезой изотропности;
- Б) гипотезой сплошности;
- В) гипотезой однородности;
- Г) принципом Сен-Венана.

Ответы

Вариант 2

- 1 - Г
- 2 - Г
- 3 - А
- 4 - Б
- 5 - Г
- 6 - В
- 7 - Г
- 8 - В
- 9 - Б
- 10 - Б

Раздел 2. Сопротивление материалов. Тема 2.2. Основные виды деформаций элементов конструкций	31-36, У1-У7, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК.5.2
--	--

**Тест (2 варианта с ответами)**, практическое задание 2, практическое задание 3 (10 вариантов), практическое задание 4 (10 вариантов), практическое задание 5 (10 вариантов).

### Тест Метод сечений

Вариант 1.

1 Прямой брус нагружается внешней силой  $F$ . После снятия нагрузки его форма и размеры полностью восстанавливаются. Какие деформации имели место в данном случае?

Варианты ответов:

1) незначительные, 2) пластические, 3) упругие, 4) остаточные.

2 Как называют способность конструкции сопротивляться упругим деформациям?

Варианты ответов:

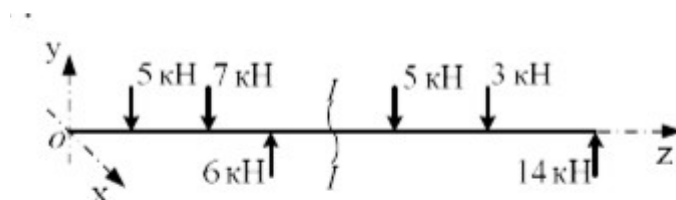
1) пластичность, 2) упругость, 3) устойчивость, 4) выносливость.

3 По какому из уравнений, пользуясь методом сечений, можно определить продольную силу в сечении?

Варианты ответов:

1)  $Q_x = \sum F_{kx}$ , 2)  $Q_y = \sum F_{ky}$ , 3)  $N = \sum F_{kz}$ , 4)  $T = M_k = \sum M_z(F_k)$ .

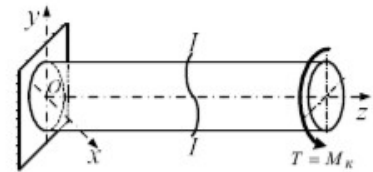
4 Пользуясь методом сечений определить величину поперечной силы в сечении I-I.



Варианты ответов:

1) 2 кН, 2) 4 кН, 3) -6 кН, 4) 7 кН.

5 Какие напряжения возникают в поперечном сечении I-I бруса под действием крутящего момента  $M$  к ?

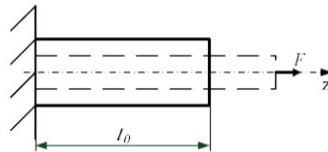


$\sigma$  - нормальное напряжение,  
 $\tau$  - касательное напряжение.

1)  $\tau$ , 2)  $\sigma$ , 3)  $\sigma, \tau$ , 4)  $\sigma^2 + \tau^2$ .

Вариант 2

1 Прямой брус нагружен силой  $F$ . Какую деформацию получил брус, если после снятия нагрузки форма бруса восстановилась до исходного состояния?



Варианты ответов:

1) незначительную, 2) пластическую, 3) остаточную, 4) упругую.

2 В каком случае материал считается однородным?

А. Свойства материала не зависят от размеров.

Б. Материал заполняет весь объём.

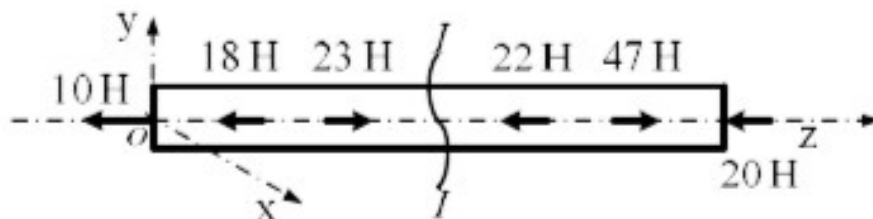
В. Физико - механические свойства материала одинаковы во всех точках.

Г. Температура материала одинакова во всём объёме.

Варианты ответов:

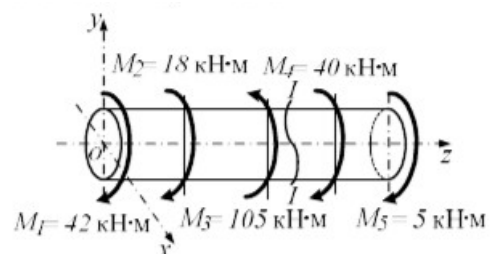
1) А, 2) Б, 3) В, 4) Г.

3 Установить вид нагружения в сечении I-I



Варианты ответов:

1) брус сжат, 2) брус растянут, 3) брус закручен, 4) брус изогнут.



4 На брус действуют пары сил в плоскости уох. Определить величину внутреннего силового фактора в сечении I-I.

Варианты ответов:

1) 40 кНм, 2) 45 кНм, 3) 105 кНм, 4) 165 кНм.

5 Какие внутренние силовые факторы вызывают возникновение нормальных напряжений в сечении бруса?

Варианты ответов:

1)  $N$  , 2)  $M$   $k = T$  , 3)  $Q_y$  , 4)  $Q_x$

**Ответы:**

Вопросы:	1	2	3	4	5
Вариант 1	3	2	3	3	1
Вариант 2	4	3	2	2	1

### Практическое задание 1

#### Определение диаметра вала из условия прочности при кручении

Цель: Научиться самостоятельно определять диаметр вала из условия прочности при кручении. Строить эпюры крутящих моментов.

Порядок выполнения:

1. Опишите основные понятия и определения.

Кручение \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Чистый сдвиг \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Решите задачу, согласно заданию.

Для заданного вала круглого поперечного сечения, постоянного по длине, построить эпюру крутящих моментов и определить диаметр, обеспечивающий его прочность и жесткость если  $[\tau]=30$  МПа,  $[\nu_0]=0,02$  рад/с,  $G=8 \times 10^4$  МПа.

3. Сделайте выводы по проделанной работе и ответьте на контрольные вопросы:

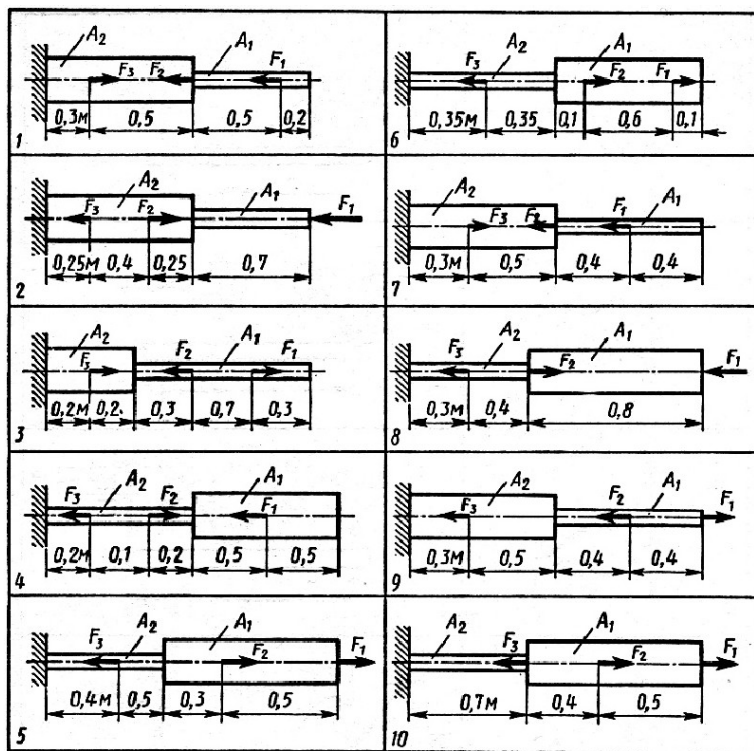
- Что называется углом закручивания?
- Что называется углом сдвига?
- Опишите понятие чистый сдвиг.
- Дайте определение понятию полярный момент инерции сечения.

### Практическое задание 2

(10 вариантов)

Определение перемещения  $\Delta l$  свободного конца бруса

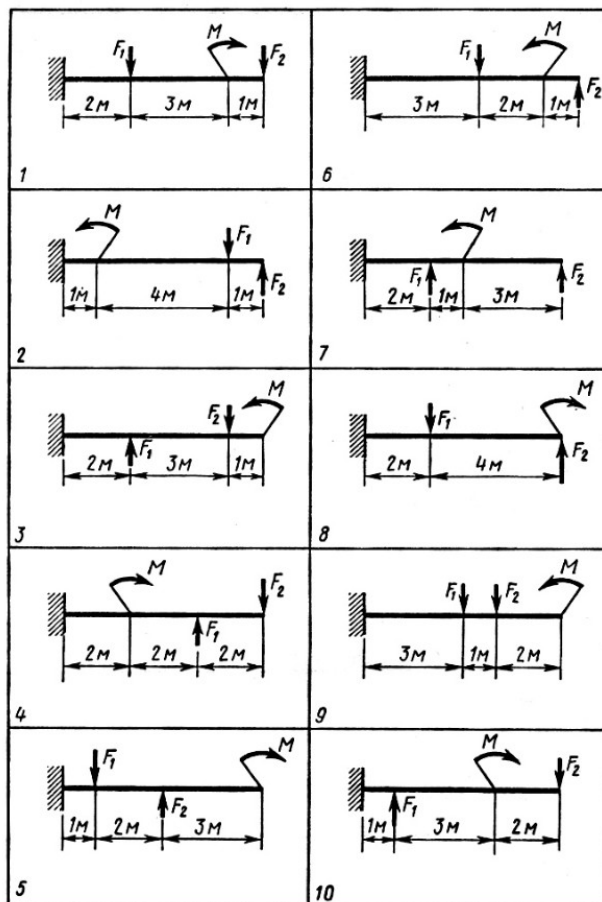
Двухступенчатый стальной брус, длина ступеней которого указана на рисунке (схемы 1-10), нагружен силами  $F_1, F_2, F_3$ . Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить перемещение  $\Delta l$  свободного конца бруса, приняв  $E=2 \cdot 10^5$  МПа. Числовые значения  $F_1, F_2, F_3$ , а также площади поперечных сечений ступеней  $A_1$  и  $A_2$  для своего варианта необходимо взять из табл.5,6.



№ схе- мы	Вариант	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$A_1$	$A_2$
		кН			см	
1	1	30	10	5	1,8	2,6
	2	16	15	10	1,1	1,8
	3	17	13	8	1,0	2,1
2	1	20	8	14	1,2	1,8
	2	15	5	13	1,0	1,2
	3	18	10	15	1,2	1,8
3	1	16	25	28	1,2	1,8
	2	8	13	14,5	0,6	1,2
	3	15	24	29	1,3	2,9
4	1	26	9	10	1,9	1,6
	2	16	6	2	1,0	0,7
	3	22	10	8	2,0	1,7
5	1	14	16	10	2,1	1,9
	2	17	19	13	2,4	2,1
	3	20	18	12	2,5	2,2
6	1	28	22	12	2,8	2,6
	2	19	14	4	2,4	2,1
	3	26	20	10	2,6	2,2
7	1	17	13	6	1,1	1,5
	2	20	17	10	1,3	1,9
	3	14	10	6	1,1	1,3
8	1	10	12	13	0,9	0,7
	2	17	19	20	1,6	1,4
	3	9	11	12	1,0	0,8
9	1	40	55	24	2,8	3,4
	2	31	46	20	1,9	2,5
	3	25	41	18	1,6	2,1
10	1	29	2	54	1,9	1,4
	2	19	1,1	34	1,3	0,9
	3	30	4	56	2,0	1,5

### Практическое задание 3 (10 вариантов)

**Построение эпюр изгибающих**  
Для стальной балки, одним концом и показано на рисунке (схемы 1-эпюры поперечных моментов. Данные взять из таблицы.



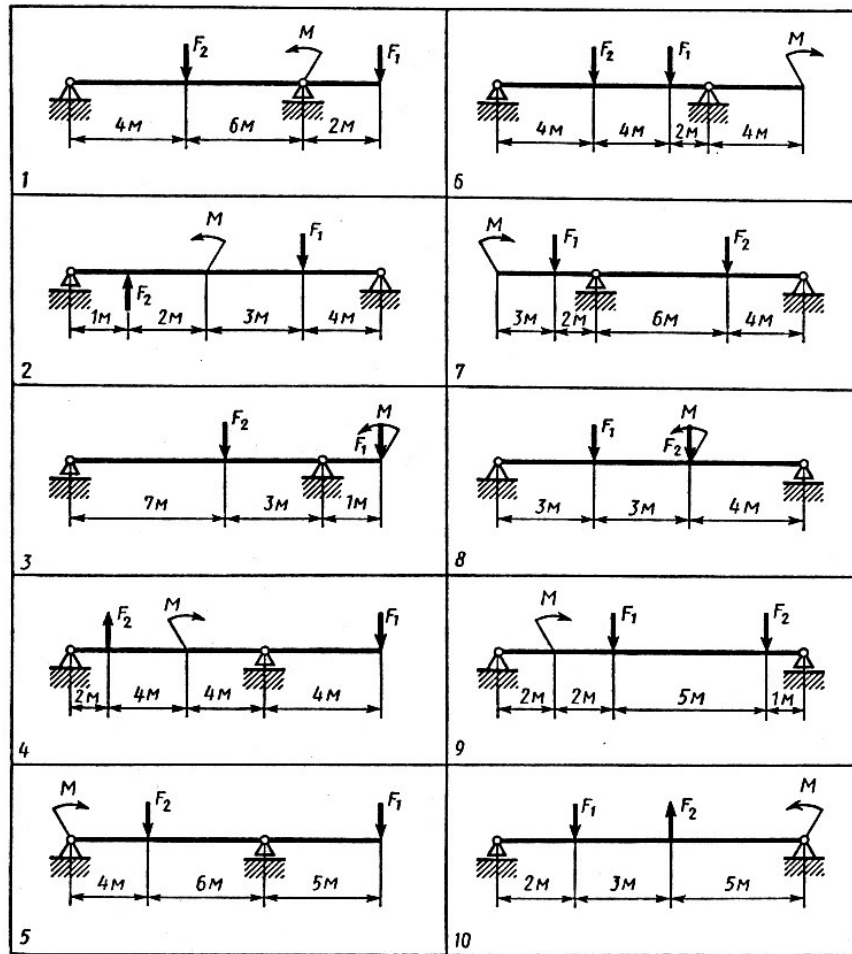
**поперечных сил и моментов**  
жестко защемленной нагруженной, как 10), построить сил и изгибающих своего варианта

№ схемы	Вариант	$F_1$	$F_2$	$M$	№ схемы	Вариант	$F_1$	$F_2$	$M$
		кН		кН*м			кН		кН*м
1	1	1	1	1	6	1	5	2	10
	2	2	1	4		2	6	1	16
	3	3	2	2		3	8	1	8
2	1	1,5	4	5	7	1	1	1,5	5
	2	2	1	6		2	1,5	2,5	4
	3	3	2	8		3	3	1	5
3	1	6	1,5	4	8	1	2	10	8
	2	2	6	5		2	3	8	10
	3	5	1,5	6		3	4	5	12
4	1	2	5	7	9	1	5	4	7
	2	1	8	9		2	3	2	9
	3	3	6	10		3	5	2	10
5	1	2	6	10	10	1	2	3	5
	2	4	3	12		2	5	1,5	2
	3	8	1	20		3	3	2	6

**Практическое задание 4  
(10 вариантов)**

**Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов**

Для заданной двухопорной балки (рисунок, схемы 1-10) определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Данные своего варианта взять из таблицы.



№ схемы	Вариант	$F_1$	$F_2$	$M$	№ схемы	Вариант	$F_1$	$F_2$	$M$
		кН		кН*м			кН		кН*м
1	1	20	10	12	6	1	3	2	10
	2	12	8	20		2	5	4	8
	3	10	20	15		3	12	16	5
2	1	2	6	10	7	1	5	2	6
	2	14	5	8		2	8	1	4
	3	20	14	10		3	10	2	5
3	1	5	20	4	8	1	1	2.5	2
	2	12	16	5		2	4	3	10
	3	10	20	30		3	2	4.5	6
4	1	10	15	2	9	1	2	4	1
	2	1	6	8		2	4	1.5	10
	3	2	10	3		3	6	2	12
5	1	20	1	2	10	1	6.5	1.4	2
	2	15	2	3		2	1	2	14
	3	30	4	1		3	3.5	8	5

Раздел 3. Основы теории механизмов.

31-36, У1-У7,  
ПК 2.2, ПК 2.3,  
ПК 4.2, ПК 4.3,  
ПК.5.2

Тест (два варианта с ответами), практическое задание 1.

Вариант 1.

1. Механической передачей является ...

- А) механизм
- Б) деталь
- В) узел
- Г) агрегат

2. Передачами, к основным характеристикам которых относятся высокая нагрузочная способность, большая долговечность и надёжность, высокий КПД, постоянство передаточного отношения, являются ...

- А) цепные
- Б) червячные
- В) зубчатые цилиндрические
- Г) ремённые

3. Каково назначение механических передач?

- А) Уменьшать потери мощности
- Б) Соединять двигатель с исполнительным механизмом
- В) Передавать механическую энергию с одновременным преобразованием параметров движения
- Г) Совмещать скорости валов

4. Механической передачей называется ...

- А) механизм для передачи непрерывного вращательного движения или преобразования его в непрерывное поступательное движение
- Б) механизм для преобразования различных видов энергии в механическую работу
- В) регулирование заданной угловой скорости ведущего вала машины
- Г) механизм для передачи энергии от двигателя к рабочим машинам

5. Выберите вариант ответа, наиболее точно описывающий понятие механическая передача:

- А) устройство, предназначенное для передачи энергии из одной точки пространства в другую, расположенную на некотором расстоянии от первой
- Б) механизм (агрегат), предназначенный для передачи энергии механического движения
- В) устройство, в котором механическая энергия и движение с заданными усилиями (крутящими моментами) и скоростью (частотой вращения) передаются с помощью рабочей жидкости с преобразованием параметров
- Г) производит работу, связанную с транспортировкой или изменением формы и размеров тел

6. Мощность на ведомом звене в механической передаче в режиме установившегося движения...

- А) больше мощности на ведущем звене
- Б) меньше мощности на ведущем звене
- В) равна мощности на ведущем звене
- Г) увеличивается от нуля до значения мощности на ведущем звене

7. Сила, вызывающая вращение звеньев механической передачи или сопротивление вращению и направленная по касательной к траектории точки ее приложения, носит название ...

- А) тяговая сила
- Б) движущая сила
- В) сила сопротивления
- Г) окружная сила

8. К передачам вращательного движения с непосредственным контактом относится(ятся)



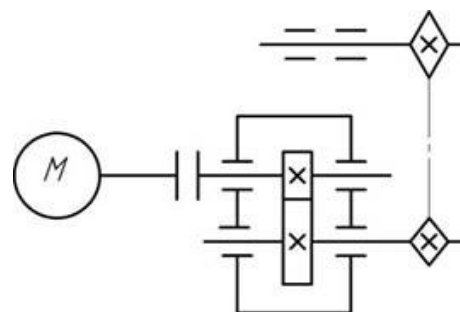
- А) ременная передача
- Б) зубчатая передача
- В) фрикционная передача
- Г) цепная передача

9. К передачам вращательного движения трением относится(ятся) ...

- А) зубчатая передача
- Б) цепная передача
- В) фрикционная передача
- Г) ременная передача

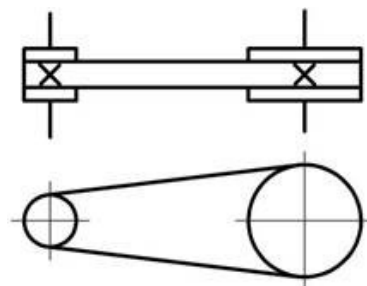
10. На кинематической схеме, изображенной на рисунке, показаны:

- А) 4 вала, 3 передачи, 6 подшипников
- Б) 4 вала, 2 передачи, 1 муфта, 1 электродвигатель
- В) 1 электродвигатель, 1 муфта, 3 вала
- Г) 2 передачи, 3 пары подшипников; 1 муфта, 1 электродвигатель



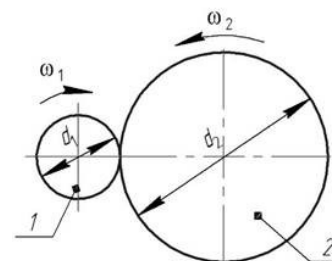
11. На рисунке показано условное обозначение механической передачи:

- А) клиновым ремнем
- Б) клиновым и плоским ремнем
- В) цепной
- Г) ременной без уточнения типа
- Д) фрикционной



12. У заданной механической передачи, вращающий момент на ведомом валу:

- А) больше, чем на ведущем, так как  $d_2 > d_1$
- Б) меньше, чем на ведущем, так как  $d_2 > d_1$
- В) больше, чем на ведомом, так как мощность на катке 2 меньше, чем на катке 1
- Г) меньше, чем на ведомом, так как мощность на катке 2 больше, чем на катке 1
- Д) больше, чем на ведущем, так как на ведомом валу вращающий момент всегда больше.



13. Соединение при разборке которых нарушается целостность составных частей

- А) подвижные
- Б) неподвижные
- В) неразъемные
- Г) разъемные

14. Назначение вала в машине

- А) передача вращения
- Б) передача усилия
- В) передача крутящего момента
- Г) фиксация вращающейся детали

15. Механизм преобразующий движение двигателя для приведения в действие рабочих органов машины

- А) преобразователь энергии
- Б) механическая передача

- В) вариатор
- Г) распределитель
- Д) синхронизатор

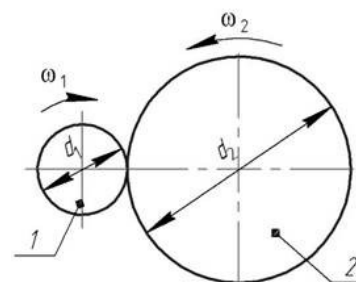
Вариант 2.

1. Передачи трением по сравнению с передачами зацеплением имеют ...
  - А) большую плавность, меньший шум
  - Б) больший КПД, меньшие габариты
  - В) большую долговечность и стоимость
  - Г) меньшие размеры, большую надёжность
2. Отношение угловых скоростей ведущего и ведомого звеньев передачи вращательного движения носит название ...
  - А) передаточное число
  - Б) передаточная функция
  - В) передаточное отношение
  - Г) коэффициент полезного действия
3. Коэффициент полезного действия привода, состоящего из нескольких последовательно расположенных передач, равен ...
  - А) сумме коэффициентов полезного действия всех его передач
  - Б) произведению коэффициентов полезного действия всех его передач
  - В) среднему арифметическому коэффициентов полезного действия всех его передач
  - Г) наименьшему коэффициенту полезного действия передачи, входящей в привод
4. Передаточное отношение привода, состоящего из нескольких последовательно расположенных передач, равно ...
  - А) сумме передаточных отношений всех его передач
  - Б) произведению передаточных отношений всех его передач
  - В) среднему арифметическому передаточных отношений всех его передач
  - Г) наибольшему передаточному отношению передачи, входящей в привод
5. Мощность на ведущем звене в механической передаче в режиме установившегося движения...
  - А) больше мощности на ведомом звене
  - Б) меньше мощности на ведомом звене
  - В) равна мощности на ведомом звене
  - Г) увеличивается от нуля до значения мощности на ведомом звене
6. Какие функции могут выполнять механические передачи:
  - А) позволяют преобразовывать механическую энергию в другие виды энергии
  - Б) понижать (повышать) частоты вращения с увеличением (уменьшением) вращающего момента
  - В) преобразовывать один вид движения в другой
  - Г) распределять энергию двигателя между несколькими исполнительными органами машины
  - Д) повышать мощность на исполнительном органе машины
7. Зубчатые, винтовые, червячные и цепные относятся к передачам:
  - А) зацеплением
  - Б) трением
  - В) непосредственного контакта
  - Г) с гибкой связью
  - Д) фрикционным
8. В понижающей механической передаче вращательного движения крутящий момент на выходном звене в режиме установившегося движения ...
  - А) больше крутящего момента на входном звене

- Б) меньше крутящего момента на входном звене  
 В) равен крутящему моменту на входном звене  
 Г) увеличивается от нуля до значения крутящего момента на входном звене
9. Выберите верное утверждение из приведенных ниже:
- А) механический КПД показывает, какая часть мощности передается от ведущего вала к ведомому  
 Б) механический КПД показывает, какая часть мощности передается от ведомого вала к ведущему  
 В) механический КПД показывает, какая часть мощности теряется при передаче от ведущего вала к ведомому  
 Г) механический КПД показывает, какая часть мощности теряется при передаче от ведомого вала к ведущему  
 Д) механический КПД характеризует изменение угловой скорости от ведущего к ведомому валу

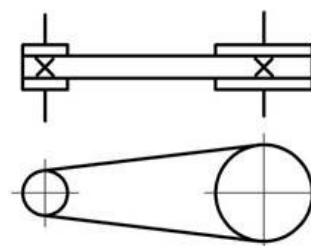
10. Два катка обкатываются друг по другу без проскальзывания. Угловая скорость вращения ведущего катка  $\omega_1$ . Выберите правильное утверждение:

- 1)  $\omega_1 > \omega_2$   
 2)  $\omega_2 > \omega_1$   
 3)  $\omega_2 < \omega_1$   
 4)  $\omega_2 = \omega_1$



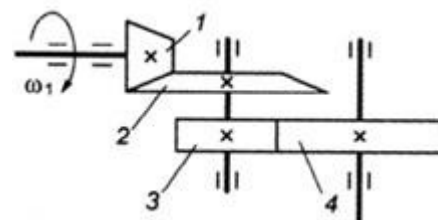
11. Механическая передача, условное обозначение которой приведено на рисунке, состоит из:

- А) 1 шкива и 2 ремней  
 Б) 1 шкива и 1 ремня  
 В) 2 шкивов и 1 ремня  
 Г) 3 шкивов и 1 ремня  
 Д) 2 колес и 1 ремня



12. Для изображенной многоступенчатой передачи определить общее передаточное число, если  $d_1 = 50$  мм;  $d_2 = 200$  мм;  $d_3 = 35$  мм;  $d_4 = 70$  мм.

- А) 4  
 Б) 6  
 В) 8  
 Г) 10



13. Соединение деталей, которые в процессе эксплуатации могут быть разобраны для ремонта или регулировки

- А) подвижные  
 Б) неподвижные  
 В) неразъемные  
 Г) разъемные

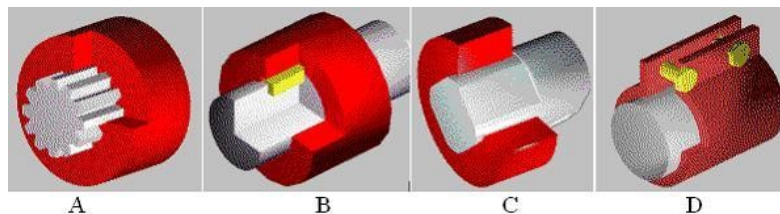
14. Классификация механизмов, узлов и деталей Изображенная на рисунке конструкция называется



- А) передачей винт-гайка, преобразования движений

- Б) крепежным резьбовым соединением, соединения деталей
- В) винтовой зубчатой передачей, ускорения движений
- Г) червяком, повышения КПД

15. Клеммовое соединение представлено на рисунке ...



- А) А
- Б) В
- В) С
- Г) D

Ответы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Вариант 1	А	В	В	Г	А	Б	Г	БВ	В	Г	Б	Г	Г	В	Б
Вариант 2	А	В	Б	Б	А	БВГ	А	Б	В	1	В	В	Г	А	Г

### Практическое задание 1

#### Выполнение расчета прямозубых передач и определение параметров зубчатых колес

Цель работы: Отработать и закрепить навыки и умения.

Порядок выполнения:

1. Произвести внешний осмотр передачи, сверить соответствие ее и чертежа, изучить конструкцию и назначение деталей.
2. Наметить план разборки механической передачи.
3. Путем замеров и расчетов определить основные параметры зубчатых колес (заполнить таблицу).

Наименование величины и размерность	Обозначение	Способ определения	Результат измерения
Число зубьев шестерни, шт	$Z_1$		
Число зубьев колеса, шт	$Z_2$		
Передаточное число ступени	$u$	$u = Z_1 / Z_2$	
Межосевое расстояние, мм	$a_w$		

Модуль нормальный, мм	$m_n$	$m_n=2 a_w/(Z_1+Z_2)$	
Диаметр делительных окружностей, мм	$d_1$ $d_2$	$d_1=m Z_1$ $d_2=m Z_2$	
Диаметр вершин зубьев, мм	$d_{a1}$ $d_{a2}$	$d_{a1}=d+2 m_n$ $d_{a2}=d+2 m_n$	
Ширина венца колес, мм	$b_1$ $b_2$		

4. Сделайте выводы по проделанной работе и ответьте на контрольные вопросы:

- Что такое колесо, шестерня?
- Каково назначение зубчатой передачи?
- Классификация зубчатых передач. С какой передачей работали вы?
- Что такое передаточное число, нормальный модуль?
- Что такое редуктор?

## Практическое задание 2

### Выполнение расчета привода

Необходимо выполнить расчет привода в следующей последовательности:

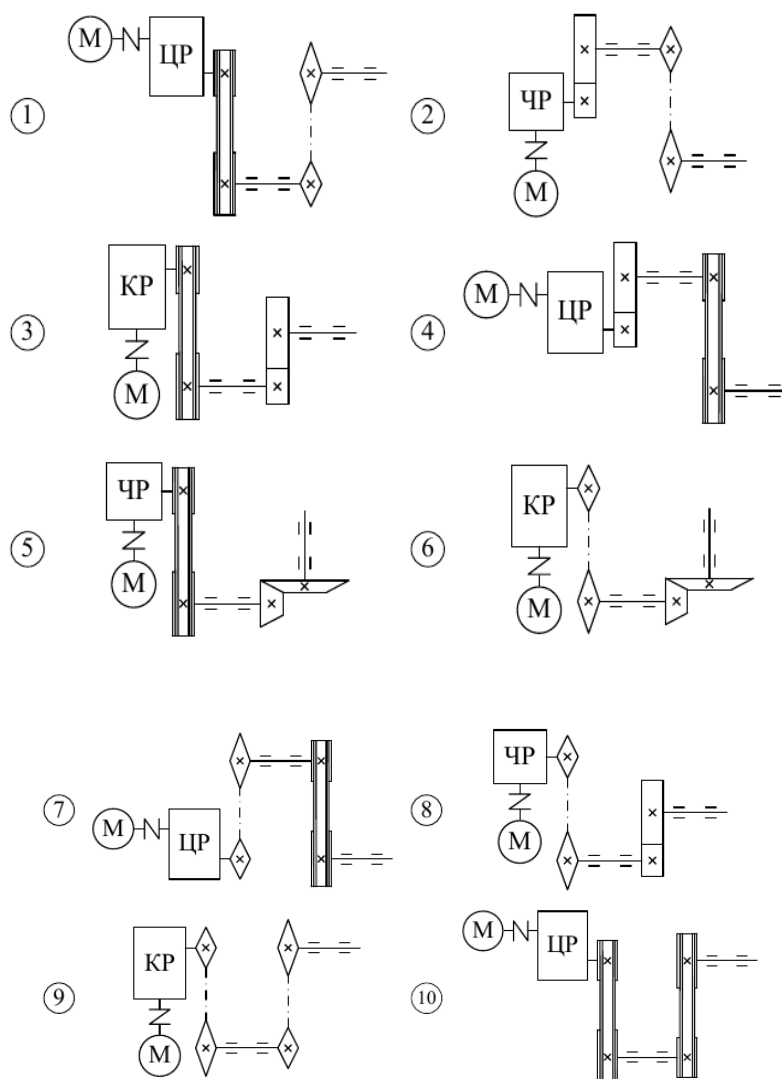
- определить общий КПД привода;
- определить требуемую мощность электродвигателя;
- определить общее оценочное передаточное число привода;
- определить приемлемую частоту вращения и угловую скорость вала электродвигателя;
- выбрать стандартный электродвигатель;
- уточнить общее передаточное число привода и разбить его между отдельными узлами и типами передач согласно схеме;
- определить мощности, угловые скорости и крутящие моменты на валах привода;
- выбрать стандартные редуктор и упругую муфту, обосновать их выбор;
- выполнить расчет передач в соответствии с заданной кинематической схемой.

На первой странице кинематического расчета оформить кинематическую схему привода, на которой указать исходные числовые данные и следующие основные расчетные параметры с их числовыми значениями:

- мощность и синхронную частоту вращения электродвигателя;
- передаточные числа всех передач, входящих в состав привода;
- числа зубьев зубчатых колес, звездочек, диаметры шкивов (при их наличии в приводе);
- обозначить валы и указать для каждого из них его мощность, угловую скорость и крутящий момент.

Расчетные схемы представлены на рисунке 1, а числовые данные приведены в таблице.

Величины	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N$ , кВт	4,0	3,5	2,0	2,5	2,8	1,5	0,7	0,9	1,2	1,9
$\omega$ , рад/с	3,5	3,5	2,0	1,5	1,8	2,7	1,4	2,5	1,6	5,7



Электродвигатель:

- мощность, кВт - 4;
- асинхронная частота вращения, мин-1 - 1425

Редуктор:

- передаточное отношение  $u_{ред}=10$

Клиноременная передача:

- диаметр ведущего шкива  $d_1=125$  мм;
- диаметр ведомого шкива  $d_2=280$  мм;
- передаточное отношение (действительное)  $u_{рп}=2,34$

Цепная передача:

- диаметр ведущей звездочки  $D_1=328,2$  мм;
- диаметр ведомой звездочки  $D_2=703,7$  мм;
- передаточное отношение  $u_{цп}=2,1$

Значения КПД передач и редуктора:

- $\eta_1=0,92$  - КПД цепной передачи;
- $\eta_2=0,97$  - КПД цилиндрического редуктора;
- $\eta_3=0,95$  - КПД ременной передачи;
- $\eta_4=0,99$  - КПД пары подшипников качения.

Предварительно определяем min и max значение пределов рекомендуемых средних передаточных отношений для цилиндрического редуктора, цепной передачи и ременной передачи.

$$u_{\min}^{\max} = u_{\text{цп}} u_{\text{рп}} u_{\text{цр}} = 8 \dots 2000$$

где  $u_{\text{цп}}$  – минимальный и максимальный предел передаточного отношения цепной передачи;

$u_{\text{рп}}$  – минимальный и максимальный предел передаточного отношения клиноременной передачи;

$u_{\text{цр}}$  – минимальный и максимальный предел передаточного отношения цилиндрического (одно-, двухступенчатого) редуктора.

Цилиндрический редуктор выбираем из справочной литературы по передаточному отношению (должно быть стандартным и равным ранее принятому)  $\rho$  и крутящему моменту на тихоходном валу (табличное значение должно быть равным или больше расчетного)  $H$  м.

Принимаем цилиндрический двухступенчатый редуктор Ц2У-160-10 ГОСТ 25301-82, у которого номинальный крутящий момент на выходном валу, а номинальное передаточное число 10.

<b>Промежуточная аттестация в 4 семестре - дифференцированный зачет</b>	31-36, У1-У7, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК.5.2
---	---

### Вопросы к дифференцированному зачету

#### Раздел 1. Техническая механика

##### Статика

1. Основные понятия и определения прикладной механики. Аксиомы статики.
2. Связи. Реакции связей. Основные виды связей.
3. Система сходящихся сил. Сложение двух сходящихся сил. Параллелограмм и треугольник сил. Многоугольник сил.
4. Проекция сил на ось и плоскость
5. Аналитический способ задания сил.
6. Геометрические и аналитические условия равновесия систем сходящихся сил.
7. Момент сил. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси.
8. Плоская система параллельных сил. Сложение двух параллельных сил
9. Пара сил. Момент пары. Теорема об эквивалентности пар. Теорема о сложении пар. Условие равновесия плоской системы пар.
10. Лемма о параллельном переносе силы. Определение главного вектора и момента системы сил.
11. Теорема о главном векторе и главном моменте произвольной системы сил.
12. Основная теорема статики (о приведении к двум силам).
13. Аналитические условия равновесия произвольной пространственной системы сил.
14. Центр системы произвольных параллельных сил.
15. Центр тяжести твердого тела. Центр тяжести плоской фигуры и линии.
16. Определение центра тяжести плоской фигуры по центрам тяжести их частей.

##### Кинематика

1. Способы задания положения материальной точки.
2. Скорость точки. Способы задания скорости точки.

3. Ускорение точки. Векторный и координатный способы задания ускорения точки.
4. Естественный способ задания ускорения точки.
5. Виды движения точки в зависимости от ускорения.
6. Поступательное движение твердого тела.
7. Вращение тела вокруг неподвижной оси.
8. Угловая скорость и угловое ускорение.
9. Равномерное и равнопеременное вращение.
10. Траектория, скорости и ускорения точек вращающегося тела. Сравнение формул кинематики для поступательного и вращательного движений.
11. Преобразование вращательных движений.
12. Уравнение плоскопараллельного движения. Разложение движения на поступательное и вращательное.
13. Определение скорости и ускорения плоской фигуры. Мгновенный центр скоростей и мгновенный центр ускорений.
14. Относительное, переносное и абсолютное движения точки.
15. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений -теорема Кориолиса.

#### Динамика

1. Основные понятия и определения. Задачи динамики. Основные виды сил. Законы динамики.
2. Принцип независимости действия сил. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
3. Значения общих теорем динамики точки. Количество движения точки. Теорема об изменении количества движения точки.
4. Метод кинетостатики. Свободная и несвободная материальные точки. Сила инерции при прямолинейном и криволинейном движениях. Принцип Даламбера. Понятие о неуравновешенных силах инерции и их влиянии на работу машин.
5. Работа. Мощность. КПД.
6. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
7. Силовое поле. Потенциальная энергия.
8. Виды трения. Трение скольжения. Равновесие при наличии силы трения. Трение качения.

#### Раздел 2. Сопротивление материалов

1. Исходные понятия сопротивления материалов. Виды элементов конструкции. Виды стержней.
2. Деформации упругие и пластические.
3. Классификация нагрузок и элементов конструкции. Силы внешние и внутренние.
4. Метод сечений. Напряжение полное, нормальное, касательное.
5. Внутренние силы. Напряжения. Виды деформаций.
6. Эпюры продольных сил. Нормальное напряжение. Эпюры нормальных напряжений.
7. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.
8. Испытания материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов.
9. Механические характеристики материалов.
10. Напряжения предельные, допускаемые и расчётные. Коэффициент запаса прочности. Условие прочности, расчёты на прочность.
11. Кручение круглого цилиндра.
12. Определение главных центральных моментов инерции составных сечений, имеющих ось симметрии.



13. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига.
14. Внутренние силовые факторы при кручении. Эпюры крутящих моментов. Кручение бруса круглого поперечного сечения.
15. Классификация видов изгиба. Внутренние силовые факторы при прямом изгибе. Нормальные напряжения при изгибе.

### Раздел 3. Основы теории механизмов

1. Звенья и кинематические пары механизмов.
2. Общие сведения о передачах. Особенности конструкции фрикционных передач. Виды разрушений и критерии работоспособности. Области применения, определение диапазона регулирования. Классификация механизмов.
3. Зубчатые передачи. Классификация, характеристики и области применения зубчатых передач. Основы теории зацепления.
4. Передачи с трением скольжения и трением качения. Виды разрушения и критерии работоспособности.
5. Червячные передачи. Геометрические соотношения, передаточное число КПД. Виды разрушения зубьев. Виды расчётов червячных передач.
6. Виды разрушений и критерии работоспособности.
7. Общие сведения о редукторах. Назначение, устройство, классификация, основные типы конструкции. Основные параметры редукторов.
8. Валы и оси, их назначение и классификация. Задачи и методы кинематического анализа плоских механизмов.
9. Опоры валов и осей. Подшипники скольжения. Виды разрушений, критерии работоспособности.
10. Подшипники качения. Основные конструкции: классификация, обозначение, критерии работоспособности.
11. Муфты: назначение и классификация. Устройство и принцип действия основных типов муфт.
12. Кинестатический расчет плоских рычажных механизмов. Уравновешивающие силы и момент.
13. Виды неразъёмных соединений. Допускаемые напряжения в соединениях.
14. Виды разъёмных соединений. Классификация, сравнительная характеристика.