

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.

« 28 »

2020 г.



ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**ОСНОВЫ МЕХАНИКИ**

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)  
Профили: начальное образование; робототехника  
Форма обучения заочная

## 1. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Темы дисциплины в ходе текущего контроля, вид промежуточной аттестации	Код компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства (количество вариантов, заданий и т.п.)
1.	Основы механики: статика, кинематика, динамика	ОК-3 способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Тест «Статика». Контрольная работа «Основы кинематики и динамики». Экзамен. Практические работы. Лабораторные работы.
2.	Базовые понятия теории механизмов и машин.	ОК-3 способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Тест «Статика». Контрольная работа «Основы кинематики и динамики». Экзамен. Практические работы. Лабораторные работы.
		ПК-4 способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемого учебного предмета	Задания самостоятельной работы Экзамен.
	Зачет (6 семестр). Экзамен (7 семестр)	ОК-3 способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Собеседование по вопросам

		<p>м пространстве ПК-4</p> <p>способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемого учебного предмета</p>	
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## 2. Виды и характеристика оценочных средств

Текущий контроль осуществляется проверкой наличия конспектов лекций, выполнения заданий в ходе лабораторных и практических занятий, а также самостоятельной работы

### 2.1. Практические занятия

Практические занятия используются для оценки умений по отдельным темам дисциплины.

Выполнение заданий работы оценивается в баллах (0-10) представляет собой письменно оформленную работу. Некоторые практические работы выполняются в течение 2 занятий.

Содержание отчета и критерии оценки ответа доводятся до сведения обучающихся в начале семестра. Оценка объявляется после сдачи отчета и его проверки на текущем или последующем практическом занятии.

Баллы	Критерии оценки практической работы
1	Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (фактов, терминов, явлений, инструктивных указаний, действий и т.д.)
2	Различение объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде, и осуществление соответствующих практических действий
3	Воспроизведение части программного учебного материала по памяти (фрагментарный пересказ и перечисление объектов изучения), осуществление умственных и практических действий по образцу
4	Воспроизведение большей части программного учебного материала по памяти (определений, описание в устной или письменной формах объектов изучения с указанием

	общих и отличительных внешних признаков без их объяснения), осуществление умственных и практических действий по образцу
5	Осознанное воспроизведение значительной части программного учебного материала (описание объектов изучения с указанием общих и отличительных существенных признаков без их объяснения), осуществление умственных и практических действий по известным правилам или образцу
6	Осознанное воспроизведение в полном объеме программного учебного материала (описание объектов изучения с элементами объяснения, раскрывающими структурные связи и отношения), применение знаний в знакомой ситуации по образцу путем выполнения устных, письменных или практических упражнений, задач, заданий
7	Владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (описание и объяснение объектов изучения, выявление и обоснование закономерных связей, приведение примеров из практики, выполнение упражнений задач и заданий по образцу, на основе предписаний)
8	Владение и оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение объектов изучения, раскрытие сущности, обоснование и доказательство, подтверждение аргументами и фактами, формулирование выводов, самостоятельное выполнение заданий)
9	Оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (применение учебного материала как на основе известных правил, предписаний, так и поиск нового знания, способа решения учебных задач, выдвижение предположений и гипотез, наличие действий и операций творческого характера при выполнении заданий)
10	Свободное оперирование программным учебным материалом, применение знаний и умений в незнакомой ситуации (самостоятельные действия по описанию, объяснению объектов изучения, формулированию правил, построению алгоритмов для выполнения заданий, демонстрация рациональных способов решения задач, выполнение творческих работ и заданий)

## 2.2. Лабораторные работы

Лабораторные работы используются для оценки умений по отдельным темам дисциплины.

Выполнение заданий работы оценивается в баллах (0-10) представляет собой письменно оформленную работу. Некоторые практические работы выполняются в течение 2 занятий.

Содержание отчета и критерии оценки ответа доводятся до сведения обучающихся в начале семестра. Оценка объявляется после сдачи отчета и его проверки на текущем или последующем практическом занятии.

Критерии оценки лабораторной работы соответствуют критериям за практическую работу.

## 2.3. Задания для самостоятельной работы

Самостоятельная работа используется для подготовки к практическим и лабораторным занятиям, а также для оценки знаний и умений по отдельным темам дисциплины (задания).

Выполнение заданий оценивается в баллах (0-10) представляет собой оформленную работу в виде файла (мультимедийной презентации).

Содержание отчета и критерии оценки ответа доводятся до сведения обучающихся в начале семестра. Оценка объявляется после сдачи отчета и его проверки на последующем занятии.

Критерии оценки лабораторной работы соответствуют критериям за практическую работу.

#### 2.4. Зачет (6 семестр)

Зачет в 6 семестре является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины, демонстрирует сформированные навыки и компетенции. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет представляет собой письменную работу из 2 частей:

- 1) Тест по статике (10 минут).
- 2) Контрольная работа по кинематике и динамике (30 минут).

Кроме этого, учитывается объем и качество выполненных практических работ за семестр.

Критерии выставления баллов за тест «Статика» (время тестирования: 10 минут)

Количество правильных ответов	2-3	4-5	6-8	9-11	12-14	15-16
Баллы	1	2	3	4	5	6

Критерии выставления баллов за контрольную работу «Основы кинематики и динамики» (время выполнения: 30 минут)

Количество правильно решенных и оформленных задач из 5 (2 варианта)	1-1,5 задачи	2-3 задачи	4-5 задач
Баллы	1	2	3

Перевод баллов в оценку за зачет

Вид аттестации	Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок с учетом результатов практических работ	
Зачет	Не зачтено	Зачтено
	0-29 баллов	30-50 баллов

#### 2.5. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины, демонстрирует сформированные навыки и компетенции. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен представляет собой собеседование по билетам с 2 вопросами:

- 1 вопрос теоретический (по разделам за 2 семестра)
- 2 вопрос методический (задания 1 и 2 самостоятельной работы)

**Оценка «отлично»** (*повышенный уровень*: готов выполнять работы в условиях учебно-воспитательного процесса с обучающимися):

- Знает все основные понятия и определения механики.
- Знает разнообразные средства и способы исследования предметной области прикладной механики (расчетные и графические работы, анализ и моделирование механизмов и конструкций), дать их характеристику и способы применения в профессионально-педагогическом процессе.

- Дидактические материалы соответствуют всем требованиям.
- Свободно отвечает на дополнительные вопросы.

**Оценка «хорошо»** (*базовый уровень*: может выполнять работы самостоятельно):

- Знает почти все основные понятия и определения механики.
- Может назвать средства и способы исследования предметной области прикладной механики (расчетные и графические работы, анализ и моделирование механизмов и конструкций), дать их характеристику (есть замечания).
- Дидактические материалы в большей части соответствуют требованиям.
- Частично отвечает на дополнительные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно»** (*пороговый уровень*: может выполнять работы под контролем преподавателя):

- Знает отдельные понятия и определения механики.
- С трудом может назвать средства и способы исследования предметной области прикладной механики (расчетные и графические работы, анализ и моделирование механизмов и конструкций).
- Дидактические материалы слабо соответствуют требованиям.
- Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы по содержанию проекта.

Экзамен (зачет) принимается преподавателем, проводившим занятия, или читающим лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен (зачет) принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене (зачете) может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. Присутствие преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Форма проведения экзамена (зачета) определяется кафедрой и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня. Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю. Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время для подготовки 30-40 мин. Время ответа - не более 10 минут. Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Общее время сдачи экзамена на 1 студента – 15 минут.

Количественная оценка «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно», внесенная в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала. Результат экзамена в зачетную книжку выставляется в день проведения в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время экзамена запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Обучающимся, не сдавшим экзамен в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения экзамена определяются приказом ректора Университета. Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают экзамен в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе. Допускается с разрешения деканата и досрочная сдача экзамена с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать экзамены в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

### 3. Оценочные средства

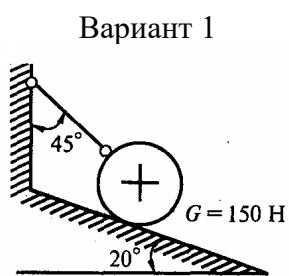
#### 3.1. Практические занятия

##### Практическая работа 1. Определение реакций идеальных связей аналитическим способом.

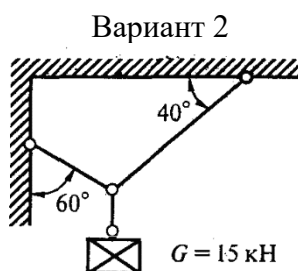
Алгоритм определения реакций идеальных связей аналитическим способом:

1. Указывают точку, равновесие которой рассматривают (центр тяжести тела или пересечения всех стержней и нитей).
2. Прикладывают к ней активные силы.
3. Мысленно отбрасывают связи, заменяя их реакциями.
4. Выбирают положение прямоугольной системы координат (начало координат совмещают с точкой, равновесие которой рассматривают).
5. Составляют и решают уравнения равновесия. При этом удобно, если одна из осей совпадает с неизвестной реакцией. Если ответ получился со знаком «-», это значит, что направление реакции в действительности обратно тому, которое выбрано на чертеже.
6. Проверка решения выполняется графическим методом, либо выбором другой системы координат, например, другой поворот осей.

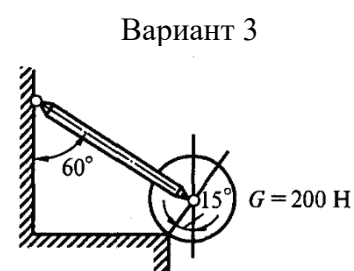
#### Варианты заданий



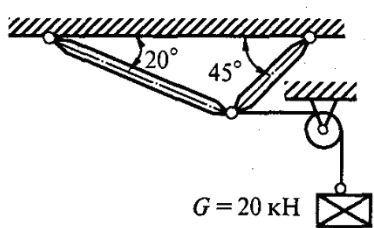
Вариант 4



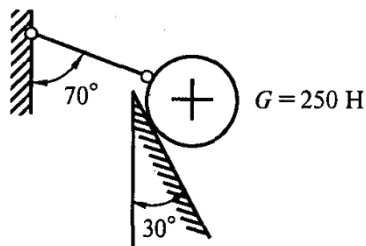
Вариант 5



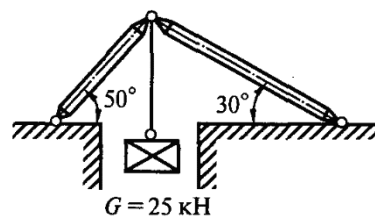
Вариант 6



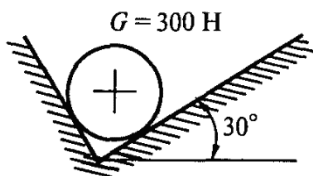
Вариант 7



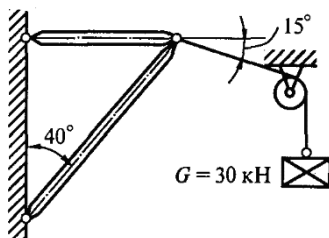
Вариант 8



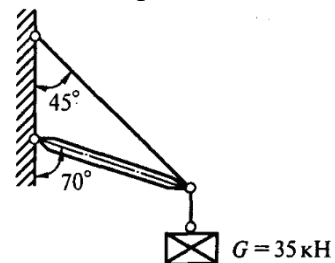
Вариант 9



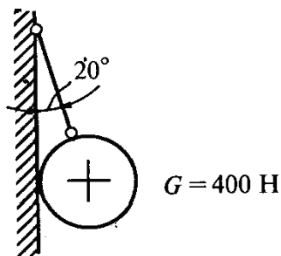
Вариант 10



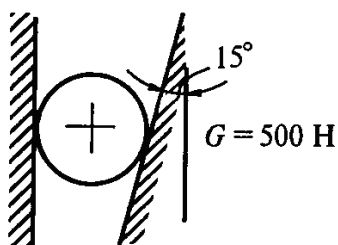
Вариант 11



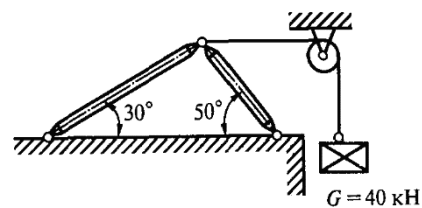
Вариант 12



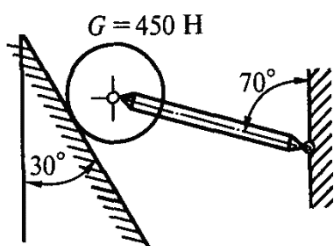
Вариант 13



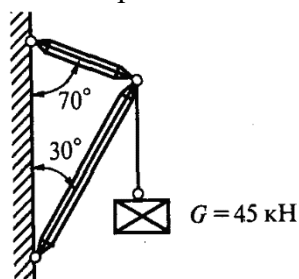
Вариант 14



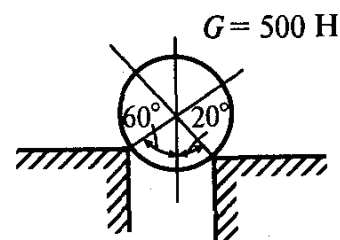
Вариант 15



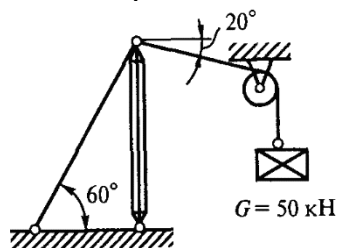
Вариант 16



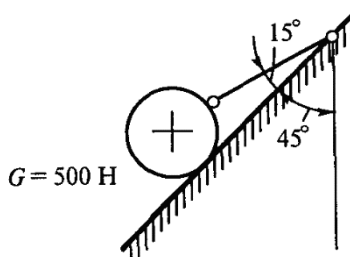
Вариант 17



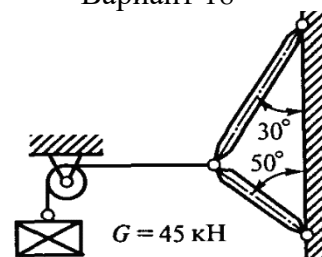
Вариант 18



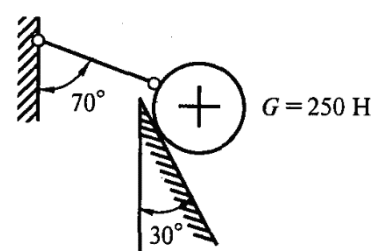
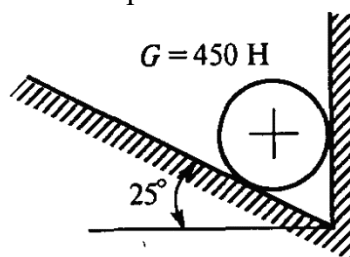
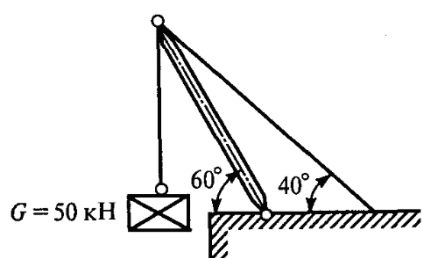
Вариант 19



Вариант 20



Вариант 21



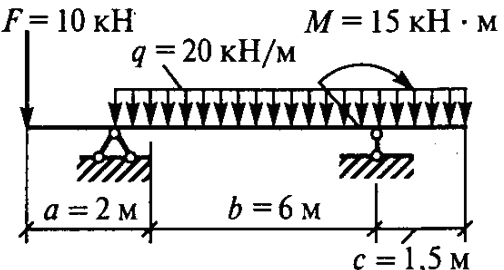
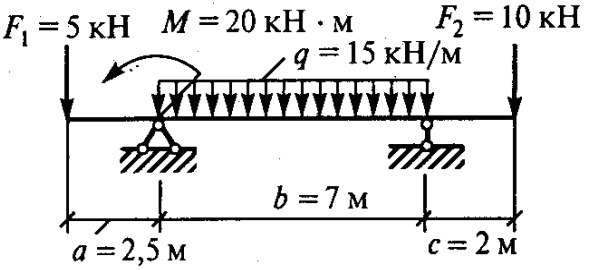
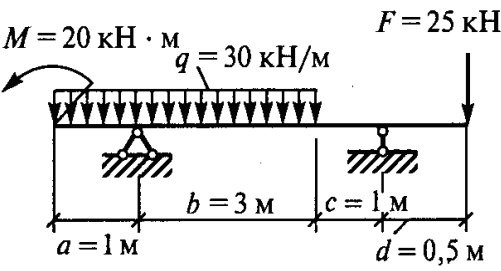
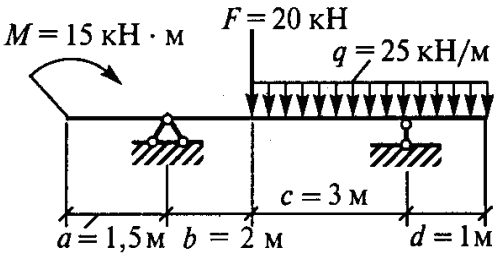
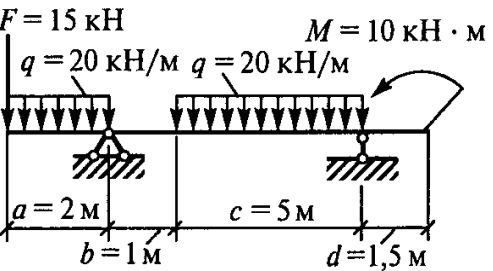
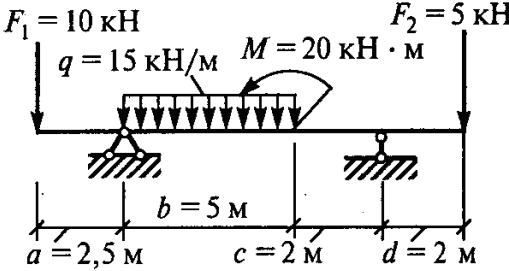
Практическая работа 2. Исследование опорных реакций балки на двух опорах при действии вертикальной нагрузки.



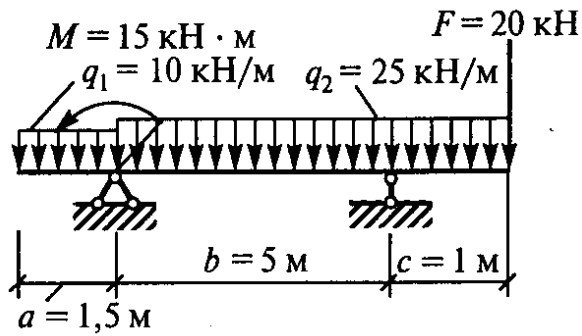
Алгоритм определения опорных реакций балки на двух опорах при действии вертикальной нагрузки:

- 1) Вычертить исходную конструкцию (схему). Выделить объект равновесия.
- 2) Установить тип механических связей.
- 3) Освободить объект равновесия от связей, заменив их реакциями. После этого объект можно считать свободным.
- 4) Построить расчетную схему, т.е. изобразить объект равновесия вместе с приложенными к нему силами (заданными силами и реакциями).
- 5) Составить систему уравнений равновесия статики. Для расчета удобно составить уравнения равновесия для моментов относительно точек, к которым приложены неизвестные реакции опор:  $\sum M_A(F_i)=0$  ;  $\sum M_B(F_i)=0$
- 6) Проверить необходимые условия статической неопределимости задачи - число неизвестных должно совпадать с числом уравнений.
- 7) Решить систему уравнений; сделать проверку решения и провести его анализ. Для проверки правильности решения можно сложить проекции всех сил относительно вертикальной оси:  $\sum F_{iy}=0$ .

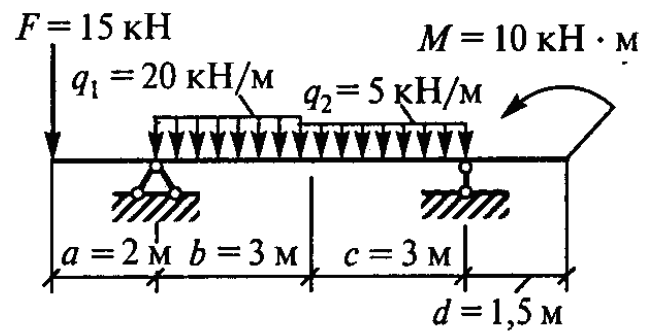
#### Варианты заданий

<p>Вариант 1</p> 	<p>Вариант 2</p> 
<p>Вариант 3</p> 	<p>Вариант 4</p> 
<p>Вариант 5</p> 	<p>Вариант 6</p> 

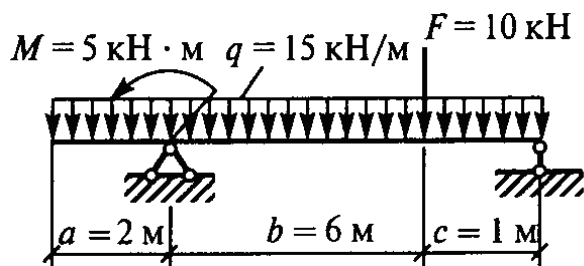
Вариант 7



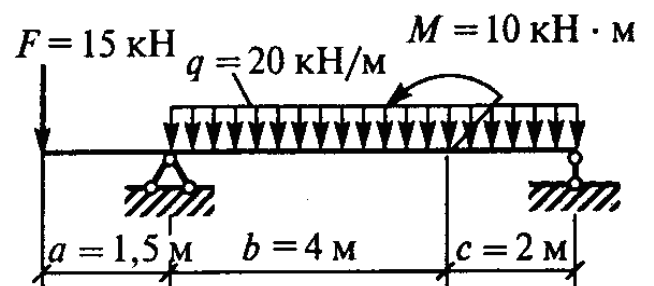
Вариант 8



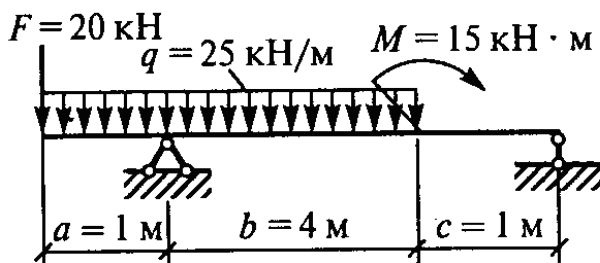
Вариант 9



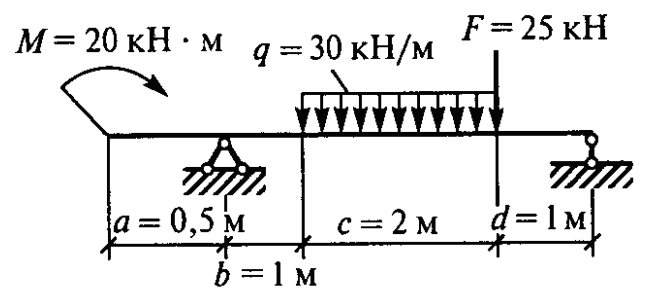
Вариант 10



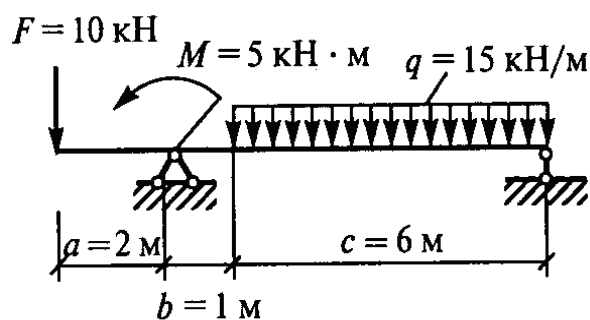
Вариант 11



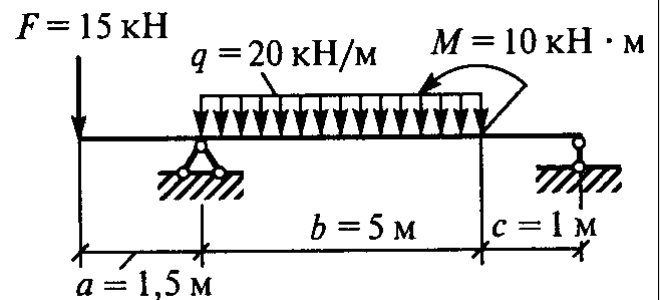
Вариант 12



Вариант 13



Вариант 14



<p style="text-align: center;">Вариант 15</p> <p style="text-align: center;"><math>F = 20 \text{ кН}</math>     <math>M = 15 \text{ кН} \cdot \text{м}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>q = 25 \text{ кН/м}</math>     <math>q = 25 \text{ кН/м}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>a = 1 \text{ м}</math>   <math>b = 2 \text{ м}</math>   <math>c = 3 \text{ м}</math></p>	<p style="text-align: center;">Вариант 16</p> <p style="text-align: center;"><math>M = 20 \text{ кН} \cdot \text{м}</math>   <math>q = 30 \text{ кН/м}</math>   <math>F = 25 \text{ кН}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>a = 0,5 \text{ м}</math>   <math>b = 0,5 \text{ м}</math>   <math>c = 3 \text{ м}</math>   <math>d = 1 \text{ м}</math></p>
<p style="text-align: center;">Вариант 17</p> <p style="text-align: center;"><math>F = 15 \text{ кН}</math>     <math>q_2 = 20 \text{ кН/м}</math>     <math>M = 10 \text{ кН} \cdot \text{м}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>q_1 = 5 \text{ кН/м}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>a = 1 \text{ м}</math>   <math>b = 4 \text{ м}</math>   <math>c = 2 \text{ м}</math></p>	<p style="text-align: center;">Вариант 18</p> <p style="text-align: center;"><math>M = 15 \text{ кН} \cdot \text{м}</math>     <math>F = 20 \text{ кН}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>q_1 = 30 \text{ кН/м}</math>     <math>q_2 = 10 \text{ кН/м}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>a = 1,5 \text{ м}</math>   <math>b = 2,5 \text{ м}</math>   <math>c = 2,5 \text{ м}</math></p>
<p style="text-align: center;">Вариант 19</p> <p style="text-align: center;"><math>F = 10 \text{ кН}</math>     <math>M = 5 \text{ кН} \cdot \text{м}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>q = 15 \text{ кН/м}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>a = 2 \text{ м}</math>   <math>b = 7 \text{ м}</math>   <math>c = 2,5 \text{ м}</math></p>	<p style="text-align: center;">Вариант 20</p> <p style="text-align: center;"><math>F = 15 \text{ кН}</math>     <math>M = 10 \text{ кН} \cdot \text{м}</math>     <math>q = 20 \text{ кН/м}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>a = 1,5 \text{ м}</math>   <math>b = 6 \text{ м}</math>   <math>c = 2 \text{ м}</math></p>

## Практическая работа 2. Исследование скоростей и ускорений точек и звеньев передаточного механизма с гибкой связью.

В работе требуется по заданному уравнению прямолинейного поступательного движения груза  $l$  определить скорость, а также тангенциальное, центростремительное и полное ускорения точки  $M$  механизма в момент времени  $t = t_1$ . В начальный момент времени  $t = 0$  положение груза определяется координатой  $x_0$  и он имеет скорость  $v_0$ . В момент времени  $t = t_2$  координата груза равна  $x_2$ .

В задаче используется механизм, преобразующий простейшие движения: вращательное в поступательное (и наоборот); поступательное в поступательное; вращательное вокруг одной неподвижной оси во вращательное вокруг другой неподвижной оси. Для передачи движения применяются зубчатые, фрикционные и ременные передачи.

Алгоритм решения данной задачи на преобразование движений:

1. Записать уравнение движения для того тела, движение которого известно. В данном случае это движение груза *1*. Оно должно описываться уравнением

$$x = c_2 t^2 + c_1 t + c_0, \quad v = \dot{x} = 2c_2 t + c_1, \quad a = \dot{v} = \ddot{x} = 4c_2,$$

где *t* – время; *c*<sub>0</sub>, *c*<sub>1</sub>, *c*<sub>2</sub> – некоторые постоянные. Необходимо определить эти коэффициенты, исходя из условий (*t* = 0, *t* = *t*<sub>2</sub>).

Определив коэффициенты, вычислить скорость и ускорение движения груза в момент времени *t* = *t*<sub>1</sub>.

2. Пользуясь формулами кинематики точки и формулами кинематики вращения твердого тела вокруг неподвижной оси, найти уравнение движения другого тела, которому передается движение от первого, значит, в конечном счете, и точки *M*.

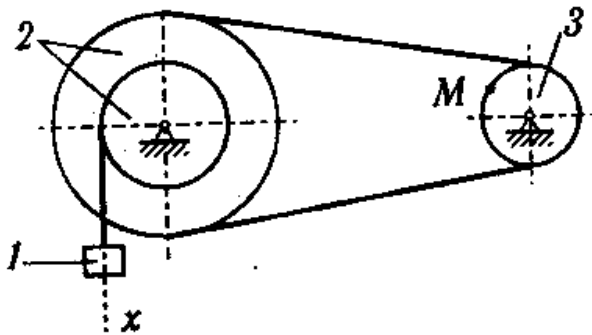
Напомним некоторые связи между характеристиками вращательного и поступательного движения точки:

$$v = R \cdot \omega, \quad \varepsilon = \dot{\omega} = \frac{\dot{v}}{R} = \frac{4c_2}{R},$$

$$a^r = R \cdot \varepsilon, \quad a^n = R \cdot \omega^2, \quad a = \sqrt{(a^r)^2 + (a^n)^2}.$$

### Варианты заданий

Вариант 1

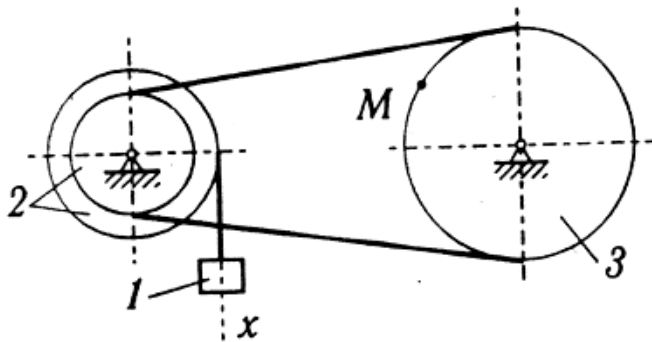


$$R_2 = 40 \text{ см}, r_2 = 25 \text{ см}, R_3 = 20 \text{ см},$$

$$x_0 = 9 \text{ см}, v_0 = 8 \text{ см/с}, x_2 = 65 \text{ см},$$

$$t_2 = 2 \text{ с}, t_1 = 1 \text{ с}.$$

Вариант 3

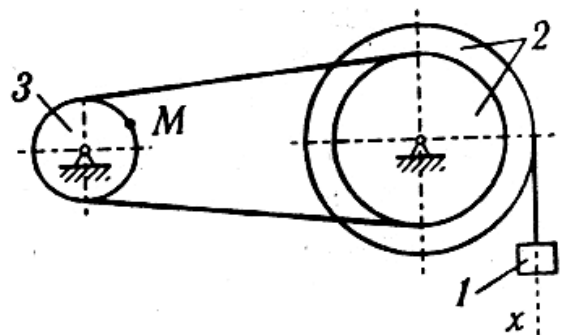


$$R_2 = 30 \text{ см}, r_2 = 20 \text{ см}, R_3 = 40 \text{ см},$$

$$x_0 = 7 \text{ см}, v_0 = 0 \text{ см/с}, x_2 = 557 \text{ см},$$

$$t_2 = 5 \text{ с}, t_1 = 2 \text{ с}.$$

Вариант 2

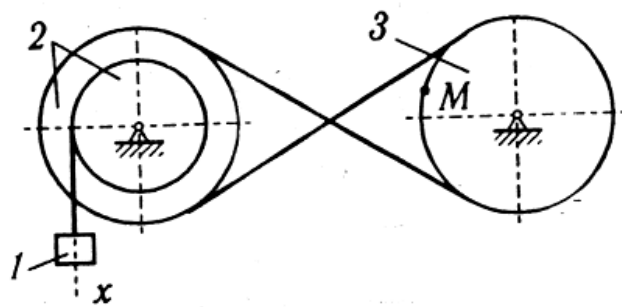


$$R_2 = 20 \text{ см}, r_2 = 15 \text{ см}, R_3 = 10 \text{ см},$$

$$x_0 = 5 \text{ см}, v_0 = 10 \text{ см/с}, x_2 = 179 \text{ см},$$

$$t_2 = 3 \text{ с}, t_1 = 2 \text{ с}.$$

Вариант 4

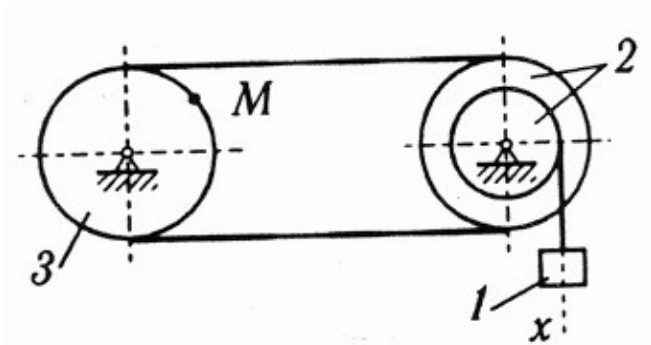


$$R_2 = 15 \text{ см}, r_2 = 10 \text{ см}, R_3 = 15 \text{ см},$$

$$x_0 = 6 \text{ см}, v_0 = 3 \text{ см/с}, x_2 = 80 \text{ см},$$

$$t_2 = 2 \text{ с}, t_1 = 1 \text{ с}.$$

Вариант 5

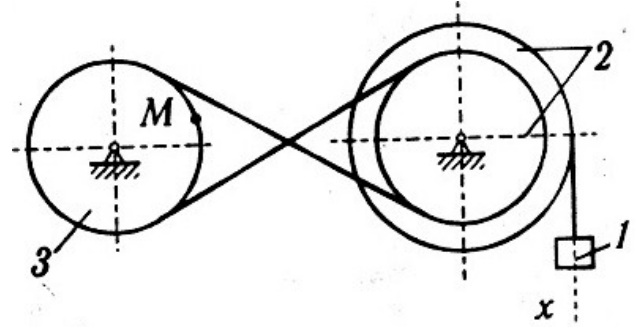


$$R_2 = 15 \text{ см}, r_2 = 10 \text{ см}, R_3 = 15 \text{ см},$$

$$x_0 = 5 \text{ см}, v_0 = 2 \text{ см/с}, x_2 = 189 \text{ см},$$

$$t_2 = 4 \text{ с}, t_1 = 2 \text{ с}.$$

Вариант 6

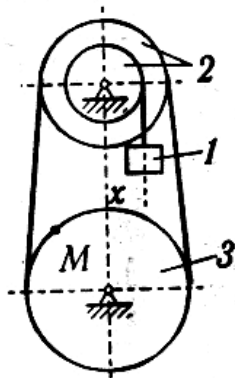


$$R_2 = 20 \text{ см}, r_2 = 15 \text{ см}, R_3 = 15 \text{ см},$$

$$x_0 = 4 \text{ см}, v_0 = 6 \text{ см/с}, x_2 = 220 \text{ см},$$

$$t_2 = 4 \text{ с}, t_1 = 3 \text{ с}.$$

Вариант 7

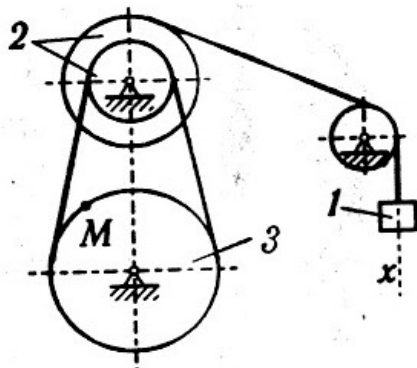


$$R_2 = 15 \text{ см}, r_2 = 10 \text{ см}, R_3 = 20 \text{ см},$$

$$x_0 = 8 \text{ см}, v_0 = 4 \text{ см/с}, x_2 = 44 \text{ см},$$

$$t_2 = 2 \text{ с}, t_1 = 1 \text{ с}.$$

Вариант 9

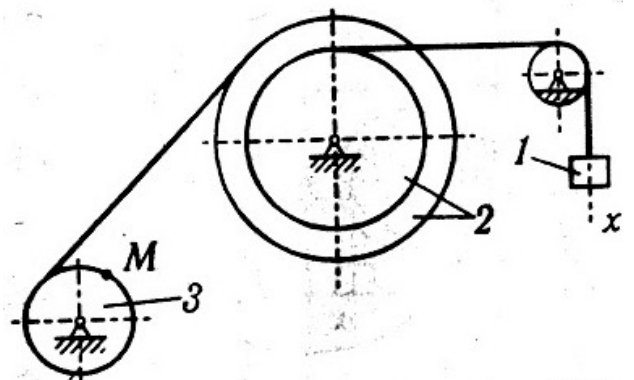


$$R_2 = 15 \text{ см}, r_2 = 10 \text{ см}, R_3 = 20 \text{ см},$$

$$x_0 = 5 \text{ см}, v_0 = 10 \text{ см/с}, x_2 = 505 \text{ см},$$

$$t_2 = 5 \text{ с}, t_1 = 3 \text{ с}.$$

Вариант 8

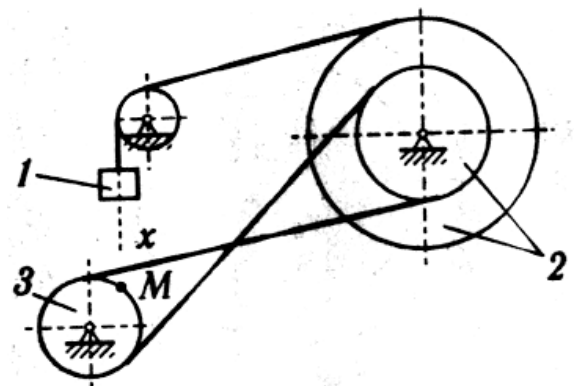


$$R_2 = 20 \text{ см}, r_2 = 15 \text{ см}, R_3 = 10 \text{ см},$$

$$x_0 = 3 \text{ см}, v_0 = 12 \text{ см/с}, x_2 = 211 \text{ см},$$

$$t_2 = 4 \text{ с}, t_1 = 1 \text{ с}.$$

Вариант 10

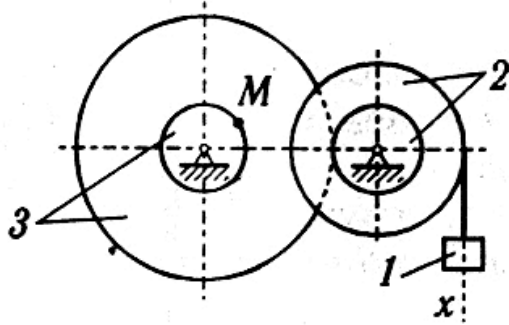


$$R_2 = 25 \text{ см}, r_2 = 15 \text{ см}, R_3 = 10 \text{ см},$$

$$x_0 = 10 \text{ см}, v_0 = 8 \text{ см/с}, x_2 = 277 \text{ см},$$

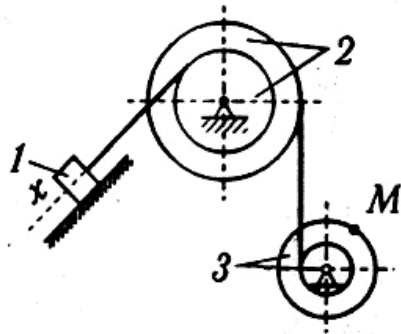
$$t_2 = 3 \text{ с}, t_1 = 1 \text{ с}.$$

Вариант 11



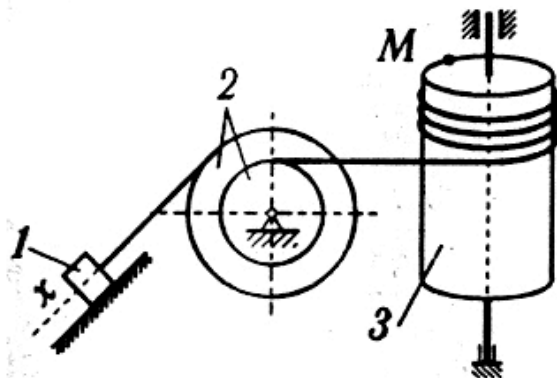
$R_2 = 20 \text{ см}, r_2 = 10 \text{ см}, R_3 = 30 \text{ см}, r_3 = 10 \text{ см},$   
 $x_0 = 6 \text{ см}, v_0 = 5 \text{ см/с}, x_2 = 356 \text{ см},$   
 $t_2 = 5 \text{ с}, t_1 = 2 \text{ с}.$

Вариант 13



$R_2 = 40 \text{ см}, r_2 = 30 \text{ см}, R_3 = 30 \text{ см}, r_3 = 15 \text{ см},$   
 $x_0 = 5 \text{ см}, v_0 = 9 \text{ см/с}, x_2 = 194 \text{ см},$   
 $t_2 = 3 \text{ с}, t_1 = 2 \text{ с}.$

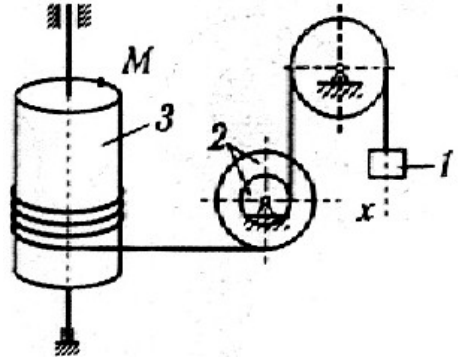
Вариант 15



$R_2 = 50 \text{ см}, r_2 = 20 \text{ см}, R_3 = 60 \text{ см},$   
 $x_0 = 8 \text{ см}, v_0 = 4 \text{ см/с}, x_2 = 119 \text{ см},$   
 $t_2 = 3 \text{ с}, t_1 = 2 \text{ с}.$

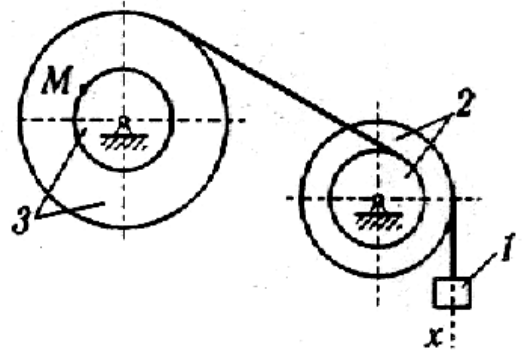
Вариант 17

Вариант 12



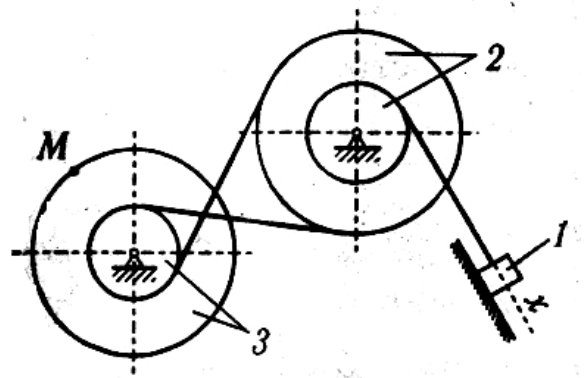
$R_2 = 40 \text{ см}, r_2 = 20 \text{ см}, R_3 = 35 \text{ см},$   
 $x_0 = 7 \text{ см}, v_0 = 6 \text{ см/с}, x_2 = 103 \text{ см},$   
 $t_2 = 2 \text{ с}, t_1 = 1 \text{ с}.$

Вариант 14



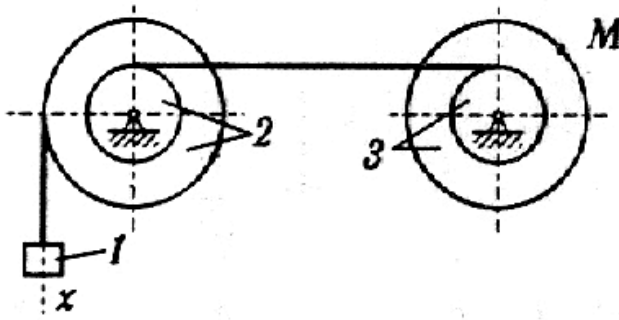
$R_2 = 30 \text{ см}, r_2 = 15 \text{ см}, R_3 = 40 \text{ см}, r_3 = 20 \text{ см},$   
 $x_0 = 9 \text{ см}, v_0 = 8 \text{ см/с}, x_2 = 105 \text{ см},$   
 $t_2 = 4 \text{ с}, t_1 = 2 \text{ с}.$

Вариант 16



$R_2 = 32 \text{ см}, r_2 = 16 \text{ см}, R_3 = 32 \text{ см}, r_3 = 16 \text{ см},$   
 $x_0 = 6 \text{ см}, v_0 = 14 \text{ см/с}, x_2 = 862 \text{ см},$   
 $t_2 = 4 \text{ с}, t_1 = 2 \text{ с}.$

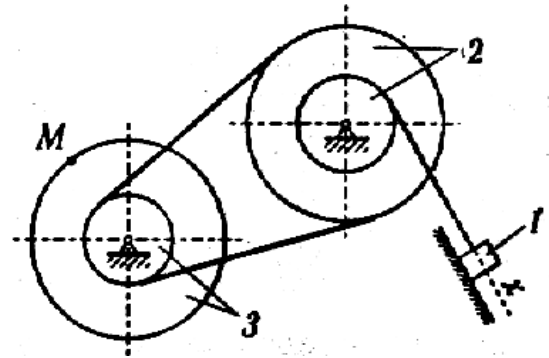
Вариант 18



$$R_2 = 40 \text{ см}, r_2 = 18 \text{ см}, R_3 = 40 \text{ см}, r_3 = 18 \text{ см},$$

$$x_0 = 5 \text{ см}, v_0 = 10 \text{ см/с}, x_2 = 193 \text{ см},$$

$$t_2 = 2 \text{ с}, t_1 = 1 \text{ с}.$$

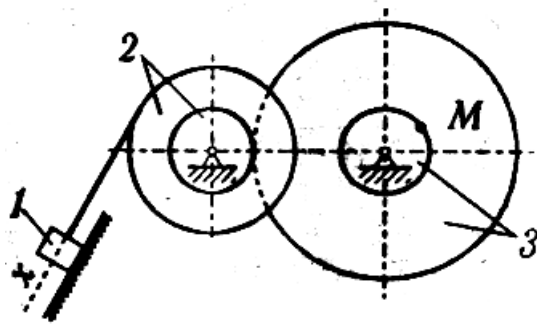


$$R_2 = 40 \text{ см}, r_2 = 20 \text{ см}, R_3 = 40 \text{ см}, r_3 = 15 \text{ см},$$

$$x_0 = 8 \text{ см}, v_0 = 5 \text{ см/с}, x_2 = 347 \text{ см},$$

$$t_2 = 3 \text{ с}, t_1 = 2 \text{ с}.$$

Вариант 19

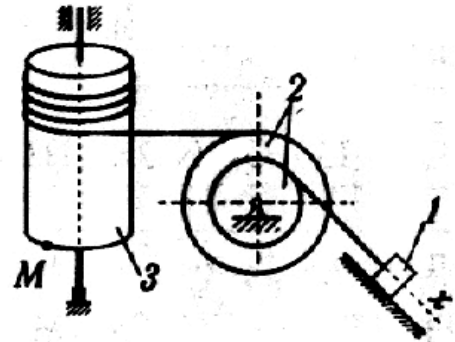


$$R_2 = 25 \text{ см}, r_2 = 20 \text{ см}, R_3 = 50 \text{ см}, r_3 = 25 \text{ см},$$

$$x_0 = 4 \text{ см}, v_0 = 6 \text{ см/с}, x_2 = 32 \text{ см},$$

$$t_2 = 2 \text{ с}, t_1 = 1 \text{ с}.$$

Вариант 20



$$R_2 = 30 \text{ см}, r_2 = 15 \text{ см}, R_3 = 20 \text{ см},$$

$$x_0 = 10 \text{ см}, v_0 = 7 \text{ см/с}, x_2 = 128 \text{ см},$$

$$t_2 = 2 \text{ с}, t_1 = 1 \text{ с}.$$

### 3.2. Лабораторные работы

#### Лабораторная работа 1. Кинематический анализ плоского кривошипно-ползунного механизма. Метод планов

В задаче рассматривается кривошипно-ползунный механизм в определенный момент времени в заданном масштабе  $\mu_l$ . Также заданы направление и величина угловой скорости и углового ускорения его ведущего звена – кривошипа. Требуется определить кинематические характеристики рабочего звена – ползуна в рассматриваемый момент времени, используя метод планов. Решение задачи нужно выполнять на миллиметровой бумаге.

Алгоритм решения задачи:

1. Выполнить план положения механизма на миллиметровой бумаге. Обозначить звено 0 (стойка) – точка  $O$ , звено 1 (кривошип) – отрезок  $OA$ , звено 2 (шатун) –  $AB$ , звено 3 (ползун) – точка  $B$ .

2. Определить по плану длину звеньев 1 и 2. Для этого измерить линейкой отрезки  $OA$  и  $AB$ . Умножив отрезок на масштаб  $\mu_l$ , получить длину звена.

3. Найти линейную скорость  $v_A$  точки  $A$ , учитывая, что кривошип совершает вращательное движение вокруг точки  $O$ :

$$v_A = \omega_1 \cdot OA$$

4. Шатун совершает плоскопараллельное движение, поэтому скорость точки  $B$ :

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA}$$

Здесь  $\vec{v}_{BA}$  - скорость точки  $B$  во вращательном движении вокруг точки  $A$ .

5. Выбрать масштаб  $\mu_v$  для плана скоростей и изобразить план скоростей на миллиметровой бумаге, учитывая, что направление  $v_A$  перпендикулярно кривошипу и направлено в сторону его вращения, направление  $v_{BA}$  перпендикулярно шатуну, а скорость  $v_B$ , согласно движению ползуна, направлена горизонтально. Для этого от произвольной точки  $p_v$  (полюс плана скоростей) отложить отрезки  $p_v a, p_v b$  и  $ab$ . Они обозначают соответственно скорости  $v_A, v_B$  и  $v_{BA}$ .

6. С помощью линейки и выбранного масштаба  $\mu_v$  определить скорости  $v_B$  и  $v_{BA}$ .

7. Линейное ускорение  $a_A$  точки  $A$  удобно рассмотреть в виде двух взаимно перпендикулярных составляющих, направление которых известно. Нормальное ускорение  $a_A^n$  (вдоль звена к точке  $O$ ) и тангенциальное ускорение  $a_A^t$  (перпендикулярно звену и нормальному ускорению в сторону углового ускорения):

$$\vec{a}_A = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^t$$

Определить их величину:

$$a_A^n = \omega_1^2 \cdot OA, \quad a_A^t = \varepsilon_1 \cdot OA$$

8. Ускорение точки  $B$

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}$$

Учитывая, что относительное ускорение  $a_{BA}$  также можно разложить на нормальное и тангенциальное, то

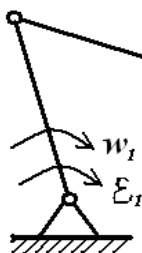
$$\vec{a}_B = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^t + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^t$$

9. Выбрать масштаб  $\mu_a$  для плана ускорений и изобразить план ускорений на миллиметровой бумаге, учитывая направление нормальных и тангенциальных ускорений, а также то, что направление движения ползуна (значит, и направление ускорения точки  $B$ ) горизонтально.

10. С помощью линейки и выбранного масштаба  $\mu_a$  определить все неизвестные ускорения.

### Варианты заданий

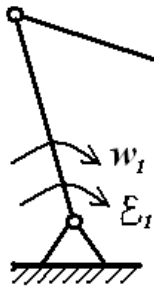
#### Вариант 1



$$\begin{aligned} \omega_1 &= 40 \text{ с}^{-1} \\ \varepsilon_1 &= 900 \text{ с}^{-2} \\ \mu_a &= 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{М}}{\text{ММ}} \end{aligned}$$



Вариант 2

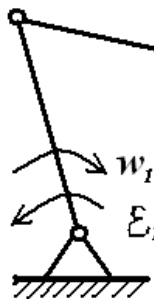


$$w_1 = 50 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon_1 = 800 \text{ c}^{-2}$$

$$\mu_l = 3,5 * 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{MM}}$$

Вариант 3

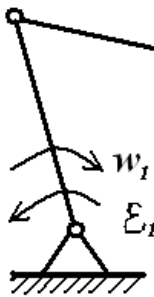


$$w_1 = 50 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon_1 = 800 \text{ c}^{-2}$$

$$\mu_l = 3,5 * 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{MM}}$$

Вариант 4

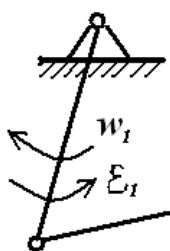


$$w_1 = 30 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon_1 = 700 \text{ c}^{-2}$$

$$\mu_l = 5 * 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{MM}}$$

Вариант 5

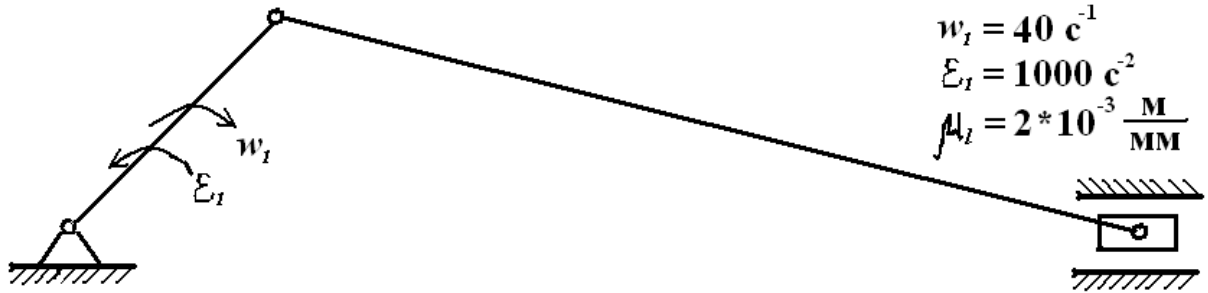


$$w_1 = 30 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon_1 = 700 \text{ c}^{-2}$$

$$\mu_l = 5 * 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{MM}}$$

Вариант 6

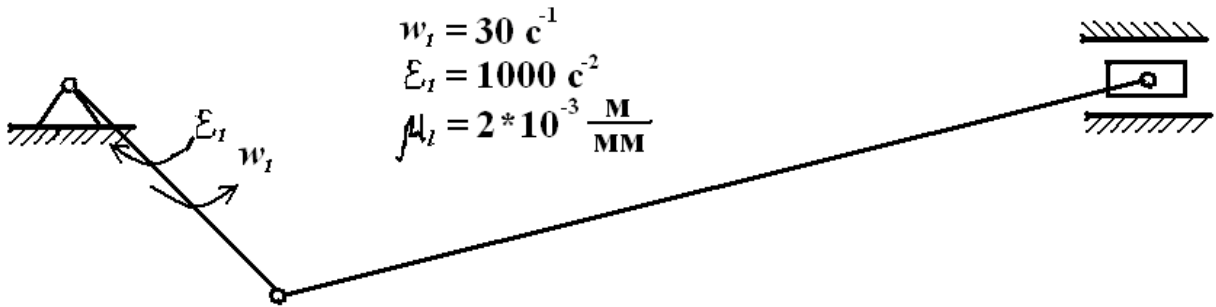


$$w_1 = 40 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon_1 = 1000 \text{ c}^{-2}$$

$$\mu_l = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{MM}}$$

Вариант 7

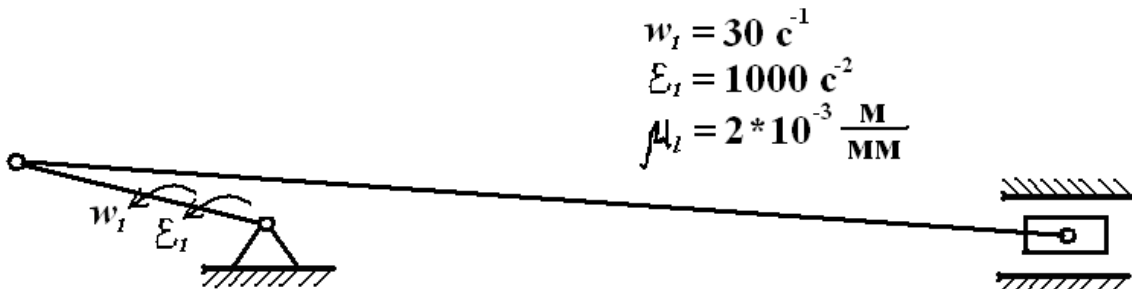


$$w_1 = 30 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon_1 = 1000 \text{ c}^{-2}$$

$$\mu_l = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{MM}}$$

Вариант 8

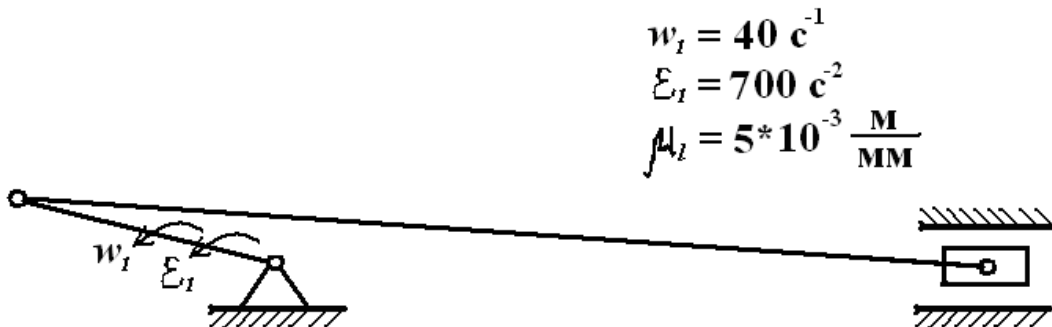


$$w_1 = 30 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon_1 = 1000 \text{ c}^{-2}$$

$$\mu_l = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{MM}}$$

Вариант 9

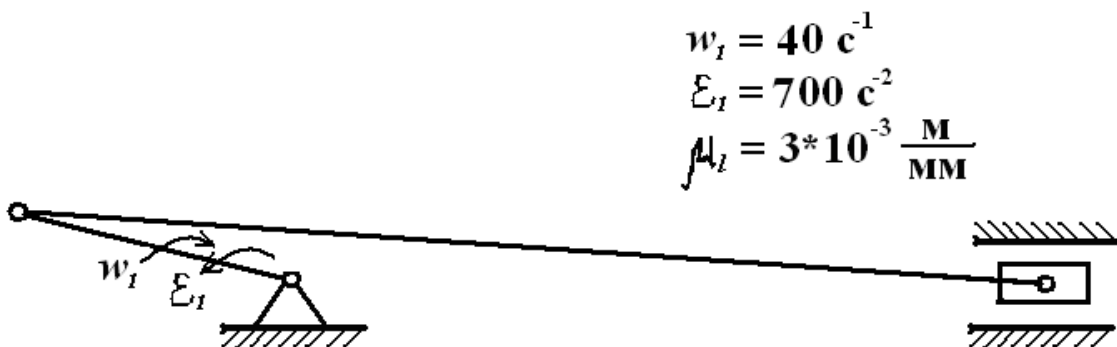


$$w_1 = 40 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon_1 = 700 \text{ c}^{-2}$$

$$\mu_l = 5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{MM}}$$

Вариант 10

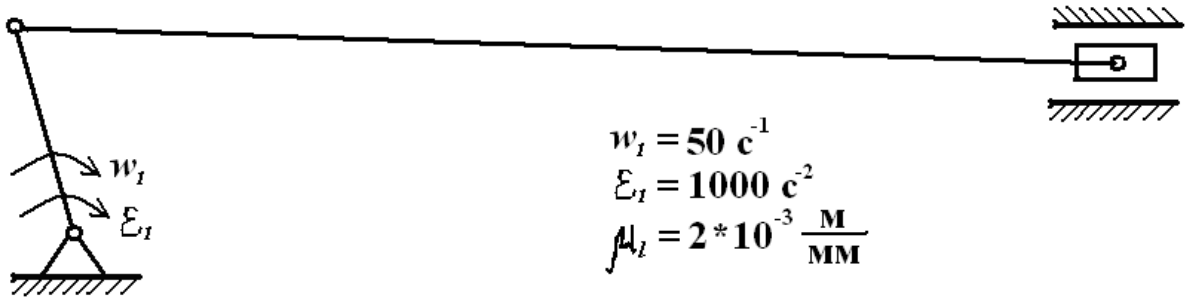


$$w_1 = 40 \text{ c}^{-1}$$

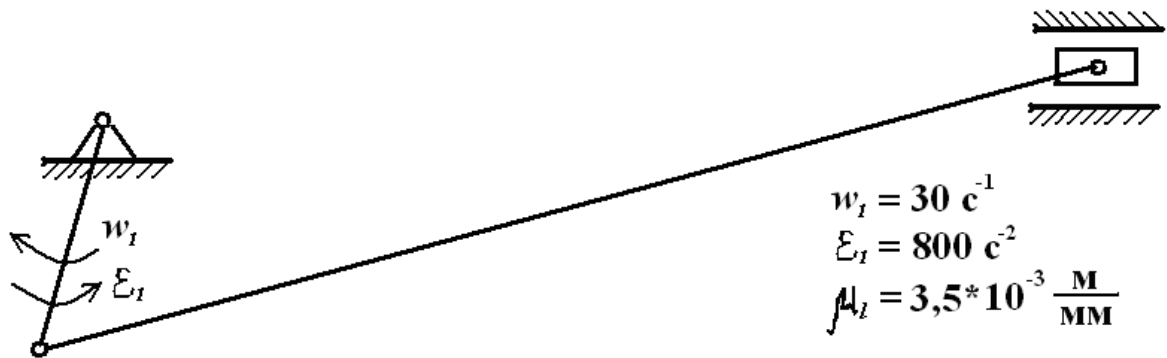
$$\epsilon_1 = 700 \text{ c}^{-2}$$

$$\mu_l = 3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{MM}}$$

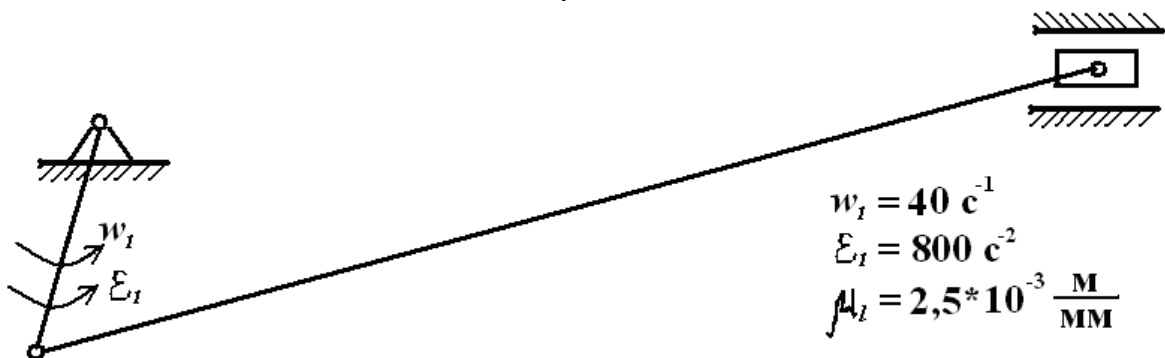
Вариант 11



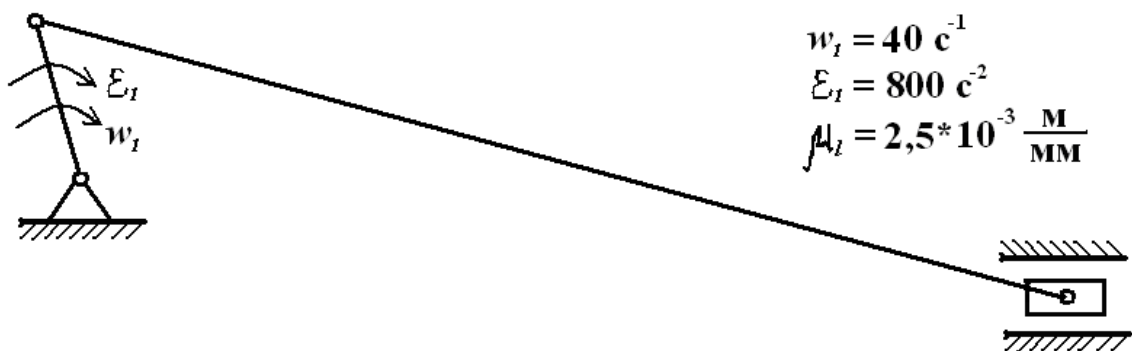
Вариант 12



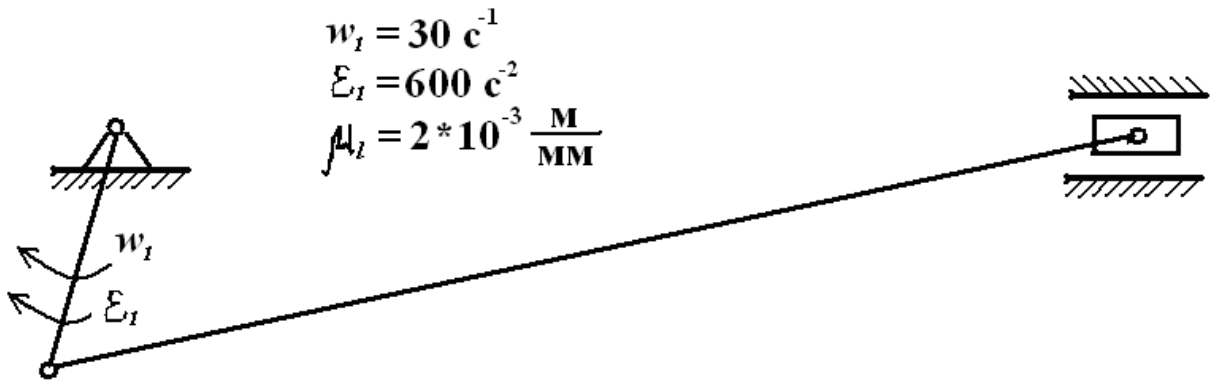
Вариант 13



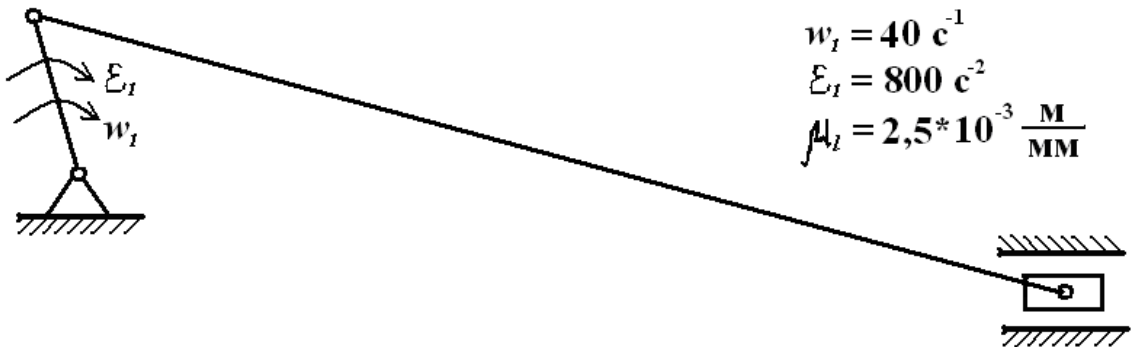
Вариант 14



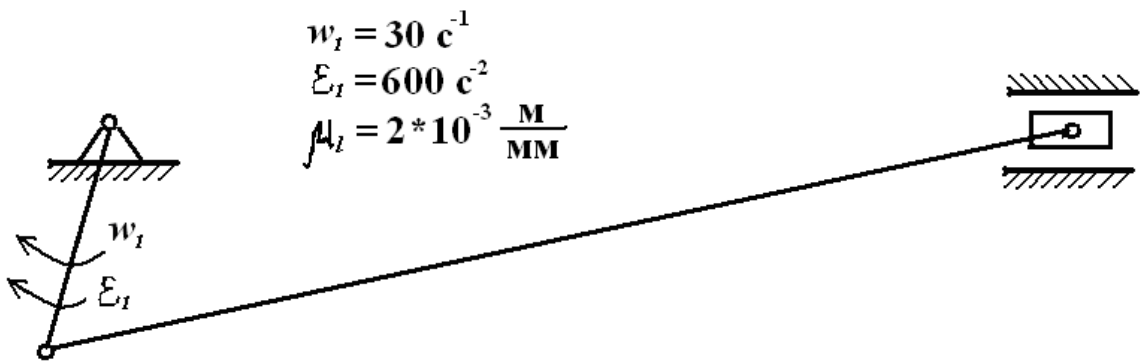
Вариант 15



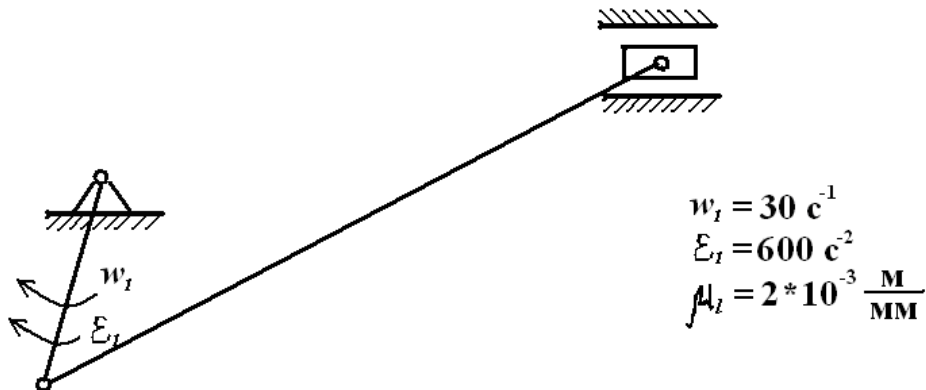
Вариант 16



Вариант 17



Вариант 18



Лабораторная работа 2-3. Построение плана скоростей и ускорений для кривошипно-ползунного механизма.

В работе требуется построить чертежи к практической работе 4 на миллиметровой бумаге:

- 1) план положений,
- 2) план скоростей,
- 3) план ускорений кривошипно-ползунного механизма.

### 3.3. Задания для самостоятельной работы

#### **Задание 1. Условные обозначения в кинематических схемах механизмов**

Составьте таблицу с условными обозначениями элементов кинематических схем. Результат представьте в виде фрагмента занятия.

*Литература:*

1. Прикладная механика : учеб. пособие / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко [и др.]. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2019. — 2-е изд., доп. и перераб. — 339 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://new.znaniium.com>]. — (Высшее образование). — <https://doi.org/10.12737/24838>. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/read?id=339952> – (дата обращения 10.08.2019). Режим доступа: по подписке ТюмГУ.

2. Прикладная механика: учебник: В 2 частях Часть 2: Основы структурного, кинематического и динамического анализа механизмов : учеб. пособие / А.Н. Соболев, А.Я. Некрасов, Ю.И. Бровкина. — Москва : КУРС : НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 160 с. — (Бакалавриат). - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/read?id=18015> – (дата обращения 10.08.2019). Режим доступа: по подписке ТюмГУ.

#### **Задание 2. Кинематические схемы основных механизмов.**

Создайте мультимедийную презентацию с демонстрацией различных кинематических схем базовых механизмов (не менее 10), относящихся к следующим типам:

- Шарнирно-рычажные.
- Кулачковые.
- Кулисные.
- Передатки с гибкой связью.
- Механизмы Чебышева.

*Литература:*

1. Прикладная механика : учеб. пособие / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко [и др.]. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2019. — 2-е изд., доп. и перераб. — 339 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://new.znaniium.com>]. — (Высшее образование). — <https://doi.org/10.12737/24838>. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/read?id=339952> – (дата обращения 10.08.2019). Режим доступа: по подписке ТюмГУ.

2. Прикладная механика: учебник: В 2 частях Часть 2: Основы структурного, кинематического и динамического анализа механизмов : учеб. пособие / А.Н. Соболев, А.Я. Некрасов, Ю.И. Бровкина. — Москва : КУРС : НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 160 с. — (Бакалавриат). - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/read?id=18015> – (дата обращения 10.08.2019). Режим доступа: по подписке ТюмГУ.

### 3.4. Зачет (6 семестр)

#### 3.4.1. Тест «Статика»

1. Статика – это раздел механики, в котором изучают:

- а) общие геометрические свойства движения тел без учета их инертности и действующих на них сил;
- б) движение материальных тел под действием сил;
- в) условия покоя или равновесия материальных тел под действием сил в заданной системе координат;
- г) геометрические свойства движения идеальной жидкости;
- д) свойства электростатического поля.
2. Какое движение называется механическим?
- а) движение электронов в проводнике;
- б) изменение взаимного положения материальных тел в пространстве и во времени;
- в) хаотическое движение частиц тела.
3. Механическое воздействие вызывает взаимное перемещение тел в пространстве или их деформацию. Какие фундаментальные взаимодействия при этом могут участвовать:
- а) гравитационное;
- б) слабое;
- в) электромагнитное;
- г) сильное.
4. Укажите соответствие между величинами и их единицами измерения в системе СИ:

Единица измерения в системе СИ	Величина	№ единицы измерения
1. Н / м; 2. Н;	Сила	
3. кН; 4. км;	Реакция связи	
5. м; 6. Н*м;	Момент силы	
7. Н / кг.	Плечо силы	

5. Какую(ие) из сил называют реактивной(ыми)? (1)
- а) сила тяжести;
- б) сила трения;
- в) сила давления;
- г) сила реакции связи;
- д) аэродинамическая сила.
6. Укажите соответствие между видами связей и направлением их реакций:

Связь	Направление реакции связи	№ связи
1. Идеально гладкая поверхность	Реакция представляется двумя составляющими, нормальными к поверхностям	3
2. Тело с идеально гладкой поверхностью, опирающееся на острие	По нормали к поверхности	1, 6
3. Прямой угол	По касательной к связи от точки присоединения с телом – вдоль связи или от нее	8
4. Сферический шарнир	По нормали к поверхности	1, 6
5. Цилиндрическая шарнирно-неподвижная опора	Вдоль связи от точки присоединения с телом	7
6. Цилиндрическая шарнирно-	По нормали к поверхности тела	2

подвижная опора		
7. Гибкая связь (нить)	По нормали к поверхностям, т.е. через центр, в произвольной точке (точке соприкосновения в данный момент времени)	4
8. Абсолютно жесткий невесомый прямолинейный стержень, соединенный шарнирно с остальной конструкцией	По нормали к поверхностям в произвольном направлении, т.е. через ось, в плоскости, перпендикулярной оси вращения	5

7. Векторная сумма всех сил, входящих в состав системы, называется:

- главный момент;
- главный вектор;
- равнодействующая сила;
- уравновешивающая сила.

8. Укажите соответствие между системами сил и их определением:

Система сил	Определение	№ системы
1. Противоположные силы	Две силы, действующие на твердое тело вдоль параллельных прямых, равные по величине и противоположно направленные	2
2. Пара сил	Совокупность сил, линии действия которых пересекаются в одной точке	3
3. Система сходящихся сил	Две силы, действующие на твердое тело по одной прямой, равные по величине и противоположно направленные	1

9. Если под действием трех сил тело находится в равновесии и линии действия двух сил пересекаются, то:

- силы могут быть произвольно расположены в пространстве, но пересекаются в одной точке;
- третья сила перпендикулярна плоскости этих двух сил;
- все силы лежат в одной плоскости и их линии действия пересекаются в одной точке;
- третья сила параллельна одной из сил;
- третья сила параллельна плоскости, в которой лежат эти две силы.

10. Мерой вращательной способности силы относительно точки вращения называется:

- момент силы;
- вектор силы;
- модуль силы;
- векторное произведение радиус-вектора точки приложения силы на вектор самой силы.

11. Момент силы относительно полюса не изменится, если:

- точку приложения силы переместить вдоль линии ее действия;
- точку приложения силы переместить перпендикулярно линии ее действия;
- точку приложения силы переместить в 2 раза ближе перпендикулярно линии ее действия, уменьшив при этом в 2 раза модуль силы;
- точку приложения силы переместить в 2 раза ближе перпендикулярно линии ее действия, увеличив при этом в 2 раза модуль силы.

12. Момент силы относительно оси равен нулю, если:

- а) линия действия силы пересекает ось;  
 б) линия действия силы и ось являются скрещивающимися прямыми;  
 в) линия действия силы параллельна оси;  
 г) линия действия силы и ось не пересекаются и перпендикулярны.
13. Векторная сумма моментов всех сил, действующих на твердое тело, относительно полюса, называется:
- а) равнодействующая сила;  
 б) главный вектор;  
 в) главный момент;  
 г) уравнивающая сила.
14. Основная теорема статики говорит о том, что произвольную систему сил путем элементарных операций статики можно привести:
- а) к паре сил;  
 б) к двум параллельным силам;  
 в) к произвольной системе трех сходящихся сил;  
 г) к двум произвольным силам;  
 д) к плоской системе трех сходящихся сил.
15. Условия равновесия произвольной системы сил представляют равенство главного вектора и главного момента системы нулю. В проекциях на координатные оси это выражают 6 уравнений равновесия:

$$\begin{array}{ll}
 1 & F_x = \sum_{k=1}^n F_{kx} = 0 \\
 2 & F_y = \sum_{k=1}^n F_{ky} = 0 \\
 3 & F_z = \sum_{k=1}^n F_{kz} = 0 \\
 4 & M_{Ox} = \sum_{k=1}^n x \bar{m}_O(\bar{F}_k) = 0 \\
 5 & M_{Oy} = \sum_{k=1}^n y \bar{m}_O(\bar{F}_k) = 0 \\
 6 & M_{Oz} = \sum_{k=1}^n z \bar{m}_O(\bar{F}_k) = 0
 \end{array}$$

Какие из этих уравнений описывают равновесие систем следующего вида:

Вид системы	№ уравнения равновесия
Пространственная система сходящихся сил	1, 2, 3
Плоская система сил (силы расположены в плоскости $xu$ )	1, 2, 6
Произвольная система сил	1, 2, 3, 4, 5, 6
Пространственная система параллельных сил (силы параллельны оси $y$ )	3, 4, 5
Плоская система параллельных сил (силы расположены в плоскости $xu$ и силы параллельны оси $y$ )	2, 6

16. Формулы  $x_C = \frac{\sum_{k=1}^n x_k \Delta S_k}{S}$ ,  $y_C = \frac{\sum_{k=1}^n y_k \Delta S_k}{S}$  определяют положение центра тяжести по координатам центров тяжести составляющих  $k$  частей:
- а) однородной криволинейной поверхности;



- б) однородного объемного тела;
- в) однородной плоской поверхности;
- г) неоднородного объемного тела;
- д) неоднородной плоской поверхности;
- е) весовой кривой линии;
- ж) весовой прямой линии.

### 3.4.2. Контрольная работа «Основы кинематики и динамики»

#### Вариант 1

1. Зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  дается уравнением  $s = A - Bt + Ct^2$ , где  $A = 6$  м,  $B = 3$  м/с и  $C = 2$  м/с<sup>2</sup>. Найти: а) зависимость скорости  $v$  и ускорения  $a$  от времени  $t$ ; б) расстояние  $s$ , скорость  $v$  и ускорение  $a$  тела через время  $t = 2$  с; в) построить график зависимости пути  $s$ , скорости  $v$  и ускорения  $a$  от времени  $t$  для интервала  $0 \leq t \leq 3$  с через 0,5 с.
2. Колесо радиусом  $R = 10$  см вращается с угловым ускорением  $\varepsilon = 3,14$  рад/с<sup>2</sup>. Найти для точек на ободе колеса через одну секунду после начала движения: а) угловую скорость  $\omega$ ; б) линейную скорость  $v$ ; в) тангенциальное  $a_t$ ; г) нормальное  $a_n$ ; д) полное ускорение  $a$ ; е) угол  $\alpha$ , составляемый вектором полного ускорения с радиусом колеса.
3. Вагон массой  $m = 500$  т, двигаясь равнозамедленно, в течение времени  $t = 1$  мин уменьшает свою скорость от  $v_1 = 40$  км/ч до  $v_2 = 28$  км/ч. Найти силу торможения  $F$ .
4. Под действием силы  $F = 10$  Н тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  дается уравнением  $s = A - Bt + Ct^2$ , где  $C = 1$  м/с<sup>2</sup>. Найти массу  $m$  тела.
5. Вагон массой  $m = 20$  т, двигаясь равнозамедленно с начальной скоростью  $v_0 = 54$  км/ч, под действием силы трения  $F_{тр} = 6$  кН через некоторое время останавливается. Найти работу  $A$  сил трения и расстояние  $s$ , которое вагон пройдет до остановки.

#### Вариант 2

1. Зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  дается уравнением  $s = A - Bt + Ct^2$ , где  $A = 8$  м,  $B = 3$  м/с и  $C = 1$  м/с<sup>2</sup>. Найти: а) зависимость скорости  $v$  и ускорения  $a$  от времени  $t$ ; б) расстояние  $s$ , скорость  $v$  и ускорение  $a$  тела через время  $t = 2$  с; в) построить график зависимости пути  $s$ , скорости  $v$  и ускорения  $a$  от времени  $t$  для интервала  $0 \leq t \leq 3$  с через 0,5 с.
2. Колесо радиусом  $R = 8$  см вращается с угловым ускорением  $\varepsilon = 2\pi$  рад/с<sup>2</sup>. Найти для точек на ободе колеса через одну секунду после начала движения: а) угловую скорость  $\omega$ ; б) линейную скорость  $v$ ; в) тангенциальное  $a_t$ ; г) нормальное  $a_n$ ; д) полное ускорение  $a$ ; е) угол  $\alpha$ , составляемый вектором полного ускорения с радиусом колеса.
3. Вагон массой  $m = 500$  т, двигаясь равноускоренно, в течение времени  $t = 1$  мин увеличивает свою скорость от  $v_1 = 20$  км/ч до  $v_2 = 50$  км/ч. Найти силу торможения  $F$ .
4. Под действием силы  $F = 25$  Н тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  дается уравнением  $s = A - Bt + Ct^2$ , где  $C = 2$  м/с<sup>2</sup>. Найти массу  $m$  тела.
5. Вагон массой  $m = 20$  т, двигаясь равнозамедленно с начальной скоростью  $v_0 = 36$  км/ч, под действием силы трения  $F_{тр} = 4$  кН через некоторое время останавливается. Найти работу  $A$  сил трения и расстояние  $s$ , которое вагон пройдет до остановки.

### 3.5. Экзамен

### **Раздел 1. Основы механики: статика, кинематика, динамика**

1. Основные понятия и определения прикладной механики. Аксиомы статики. Связи. Реакции связей. Основные виды связей.
2. Система сходящихся сил. Сложение двух сходящихся сил. Параллелограмм и треугольник сил. Многоугольник сил.
3. Проекция сил на ось и плоскость. Аналитический способ задания сил. Геометрические и аналитические условия равновесия систем сходящихся сил.
4. Момент сил. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси.
5. Способы задания положения материальной точки. Скорость точки. Способы задания скорости точки.
6. Ускорение точки. Векторный и координатный способы задания ускорения точки. Естественный способ задания ускорения точки.
7. Виды движения точки в зависимости от ускорения. Поступательное движение твердого тела.
8. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Угловая координата, угловая скорость и угловое ускорение. Равномерное и равнопеременное вращение.
9. Траектория, скорости и ускорения точек вращающегося тела.
10. Уравнение плоскопараллельного движения. Разложение движения на поступательное и вращательное.
11. Введение в динамику. Основные понятия и определения. Задачи динамики. Основные виды сил. Законы динамики.
12. Виды трения. Трение скольжения. Равновесие при наличии силы трения. Трение качения.

### **Раздел 2. Базовые понятия теории механизмов и машин**

13. Понятие о машине и механизме. Классификация машин. Простые механизмы.
14. Звенья и кинематические пары механизмов.
15. Кинематические цепи. Степень подвижности механизмов. Классификация механизмов.
16. Аналитический способ кинематического исследования механизмов.
17. Графоаналитические методы кинематического исследования механизмов. Метод планов.
18. Скорости и ускорения точек кривошипно-ползунного механизма.