

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт
Кафедра «*Механика и процессы пластического формоизменения*»

Утверждено на заседании кафедры «*МиППФ*»
«17» сентября 2024 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой
_____  С.Н. Ларин

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

«Теоретическая механика»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
27.03.04 Управление в технических системах

с направленностью (профилем)
Цифровые технологии в системах обеспечения качества

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: : 270304-01-24

Тула 2024 год

Разработчик:

Бертяев В.Д., к.т.н., профессор ТулГУ

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Семестр 2

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.1)

1. Векторный способ задания движения точки. Уравнения движения, скорость и ускорение точки при этом способе. Координатный способ задания движения точки (Декартова система координат). Уравнения движения, скорость и ускорение точки при этом способе.
2. Естественная система координат. Трехгранник Френе. Дуговая координата, кривизна и радиус кривизны траектории точки Закон движения, скорость и ускорение точки при этом способе.
3. Простейшие движения твердого тела. Уравнения поступательного движения. Теорема о скоростях и ускорениях точек твердого тела при поступательном движении.
4. Уравнения вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела при вращении вокруг неподвижной оси. Теорема о скоростях и ускорениях точек твердого тела при вращательном движении вокруг оси.
5. Плоскопараллельное движение твёрдого тела. Уравнения движения. Теорема о скоростях точек твердого тела. Мгновенный центр скоростей (МЦС). Определение угловой скорости плоской фигуры и скоростей ее точек с помощью МЦС. Теорема об ускорениях точек твердого тела. Мгновенный центр ускорений (МЦУ).
6. Сферическое движение твёрдого тела. Уравнения движения. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела Теорема о скоростях точек твердого тела вокруг неподвижной точки. Формула Эйлера. Теорема об ускорениях точек твердого тела вокруг неподвижной точки. Формула Ривальса.
7. Общий случай движения твердого тела. Теорема о сложении скоростей и ускорений точек твердого тела в общем случае его движения
8. Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей в сложном движении точки. Теорема Кориолиса. Сложное движение твердого тела.
9. Основные понятия и определения статики. Область их применения. Аксиомы статики Связи и их реакции. Примеры связей Простейшие теоремы статики. Момент силы относительно точки на плоскости. Момент силы относительно точки в пространстве и относительно оси.
10. Распределенные силы, их равнодействующая. Примеры.
11. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил.

12. Различные формы условий равновесия произвольной плоской системы сил. Статически определимые и неопределимые задачи статики. Методика решения задач статики.

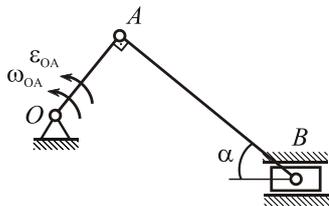
13. Сила трения. Трение скольжения, качения. Равновесие с учетом сил трения.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.2)

	<p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Направление реакций связей в точке А и В. 2. Проекцию силы \vec{F} на координатные оси – F_x, F_y. 3. Равнодействующую распределенной нагрузки – Q. 4. Момент равнодействующей относительно т. А – $m_A(\vec{Q})$. 5. Сумму моментов всех сил относительно т. В – $\sum m_B(\vec{F}_i)$.
	<ol style="list-style-type: none"> 6. Угловую скорость тела 3 – ω_3; 7. Скорость точки А – V_A; 8. Ускорение точки А – a_A; <p>в расчетах принять $x_1 = a \cdot \sin kt$ – закон движения тела 1, радиусы колес соответственно равны r_2, R_2, r_3</p>

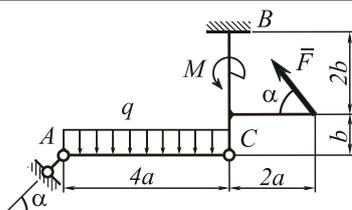
Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.3)

1. Точка движется согласно уравнениям $x = 4 \cos 3t, y = 6 \sin 3t$ (x, y — в метрах). Угол (в градусах) между осью Oy и вектором скорости точки в положении $x = 0, y = 6$ равен ...



2. В механизме определить положение мгновенного центра скоростей звена АВ, угловую скорость звена АВ и скорость точки В. Используя теорему о сложении ускорений определить угловое ускорение звена и ускорение точки В. Построить план ускорений.

$$AB = 4OA = 4r, r = 10 \text{ см}, \alpha = 30^\circ, \omega_{OA} = 2 \text{ с}^{-1}, \epsilon_{OA} = 1 \text{ с}^{-2}.$$



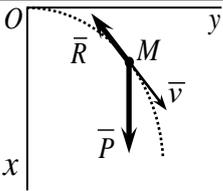
4. Реакции внешних и внутренних связей составной конструкции.

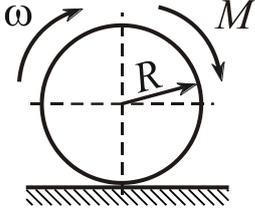
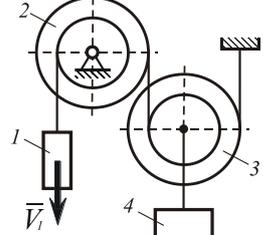
Семестр 3

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.1)

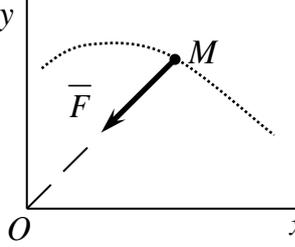
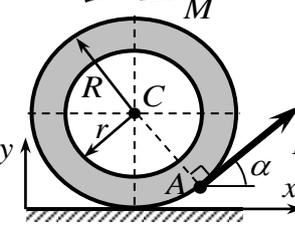
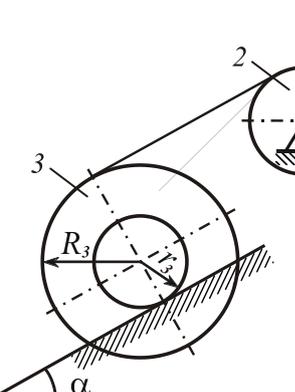
1. Две основные задачи динамики материальной точки. Решение первой и второй основной задачи динамики. Примеры
2. Система материальных точек. Внешние и внутренние силы. Свойства внешних и внутренних сил. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек и их роль в динамике системы.
3. Центр масс системы материальных точек и его координаты. Теорема о движении центра масс системы и ее следствия.
4. Моменты инерции системы и твердого тела относительно центра, оси и плоскости. Радиус инерции. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей.
5. Количество движения материальной точки и механической системы. Элементарный и полный импульс силы. Теорема об изменении количества движения системы в двух (дифференциальной и интегральной) формах. Следствия из теоремы.
6. Кинетический момент системы. Теорема об изменении кинетического момента механической системы в двух (дифференциальной и интегральной) формах. Следствия из теоремы.
7. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы. Теорема Кенига. Вычисление кинетической энергии твердого тела в частных случаях его движения. Теорема об изменении кинетической энергии.
8. Силовое поле и силовая функция. Потенциальная энергия. Полная механическая энергия. Закон изменения (сохранения) полной механической энергии системы.
9. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела и дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела.
10. Связи. Классификация связей. Уравнения связей. Возможные перемещения системы. Работа сил на возможном перемещении. Идеальные связи.
11. Принцип возможных перемещений. (Принцип Лагранжа). Принцип возможных перемещений в обобщенных координатах.
12. Общее уравнение динамики. (Принцип Даламбера-Лагранжа)
13. Уравнение Лагранжа II рода. Уравнение Лагранжа II рода для консервативных механических систем.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.2)

	<p>1. Свободная материальная точка M массой m движется в плоскости xOy в однородном поле сил тяжести. Ускорение свободного падения - g. Сила сопротивления среды $\bar{R} = -\beta \bar{v}$, где $\beta = const$.</p> <p>Составить дифференциальные уравнения движения точки.</p>
<p>2. Охарактеризовать зависимость $\ddot{x} + k^2x = h \sin(pt + \beta)$ и входящие в нее величины, дать определение циклической частоты.</p>	

	<p>3. Однородный сплошной цилиндр радиуса R и веса P катится без скольжения по прямой под действием постоянного момента M. Коэффициент трения качения k, начальная угловая скорость равна нулю.</p> <p>а) Определить кинетическую энергию колеса.</p> <p>б) Какую работу совершат силы, если колесо сделает n оборотов?</p> <p>в) Найти конечную угловую скорость.</p>
	<p>4. Составить кинематические соотношения между параметрами движущихся тел при известной геометрии системы.</p>

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.3)

	<p>1. Свободная материальная точка M массой m движется под действием силы притяжения к центру O, модуль которой равен $F = k^2 m OM$, где $k = const$. Действием силы тяжести пренебречь. Определить закон движения точки, если</p> $x _{t=0} = x_0, \quad \dot{x} _{t=0} = 0,$ $y _{t=0} = 0, \quad \dot{y} _{t=0} = v_0.$
	<p>2. Цилиндрический каток массой m движется плоскопараллельно из состояния покоя по абсолютно шероховатой плоскости под действием силы \vec{F} и пары сил с моментом M.</p> <p>При расчете принять $F = 0.75mg$, $M = 0.3mgr$, $R = 1.75r$, $\alpha = 60^\circ$. Масса катка равномерно распределена по кольцу.</p> <p>Найти закон движения катка, реакции внешних связей</p>
	<p>3. Груз 1 массой m_1 при помощи невесомой и нерастяжимой нити, переброшенной через круглый однородный блок 2 массой m_2, приводит в движение ступенчатый каток 3 массой m_3, который катится по наклонной плоскости с углом α. Радиус инерции катка i_3, а радиусы его ступеней r_3 и R_3. Коэффициент трения качения δ. В начальный момент времени система находилась в покое. Найти ускорение груза, а также его скорость в зависимости от перемещения S.</p>

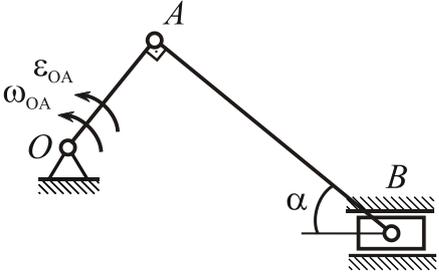
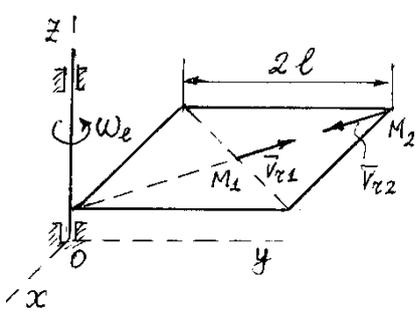
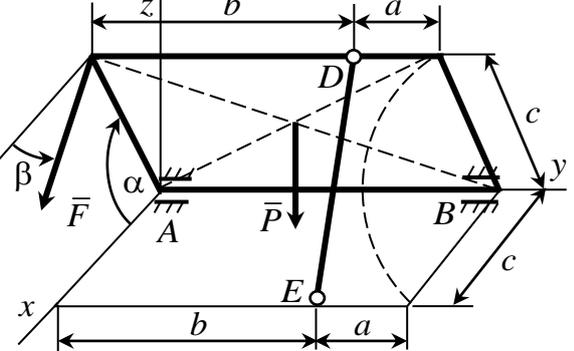
3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Семестр 2

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.1)

1. Кинематика точки. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела по уравнениям геометрических связей
2. Уравнения вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при вращательном движении вокруг неподвижной оси.
3. Сложное движение точки. Определение скоростей и ускорений точки при ее сложном непоступательном переносном движении.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.2)

	<p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Положение мгновенного центра скоростей звена AB – P_{AB} 2. Скорость точки B звена AB – V_B 3. Угловое ускорение звена AB – ϵ_{AB}
	<p>4 Квадратная плита со стороной 2ℓ вращается в горизонтальной плоскости относительно вертикальной оси Oz с угловой скоростью ω_e. По диагонали плиты движутся точки M_1 и M_2 с относительными скоростями \vec{V}_{r1} и \vec{V}_{r2}.</p> <p>Определить абсолютные скорости этих точек, а также указать направление ускорений Кориолиса.</p>
	<p>5. Определить реакции связей, наложенных на конструкцию в опорах A, B и стержня DE. Все размеры считаются известными. Стержни и тросы считать невесомыми. Трением пренебречь. $DE, \vec{F} \parallel xAz$</p>

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.3)

	<p>1. В механизме определить угловое ускорение звена и ускорение точки В. Построить план ускорений.</p>
	<p>2. Диск радиуса R вращается вокруг неподвижной оси с угловой скоростью Ω. По окружности диска движется точка с относительной скоростью u. Определить проекции на координатные оси абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки [5] в положении, определяемом углом $\varphi = 30^\circ$. $\omega = const, u = const.$</p>
	<p>4. Тело A катится без скольжения по поверхности неподвижного тела B, имея неподвижную точку O. Подвижная ось Oz_1 вращается вокруг неподвижной оси Oz вместе с телом A и имеет при заданном положении тела A угловую скорость ω_1 и угловое ускорение ε_1. Для положения тела, указанного на рисунке, указать мгновенную ось вращения, определить проекции на оси координат его абсолютной угловой скорости Ω, углового ускорения, а также вектора скорости [6] и ускорения [6] точки M при следующих значениях $OM_0 = 2MM_0 = 2r, \quad \omega_1 = 2c^{-1}, \quad \varepsilon_1 = 0$</p>

Семестр 3

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.1)

<p>1. Относительное движение материальной точки. Дифференциальные уравнения относительного движения. Переносная и Кориолисова силы инерции. Принцип относительности классической механики. Частные случаи относительного движения материальной точки.</p>
<p>2. Моменты инерции. Примеры вычисления моментов инерции однородных тел в простейших случаях</p>
<p>3. Общие теоремы динамики. Законы сохранения.</p>
<p>4. Обобщенные координаты системы. Число степеней свободы системы. Обобщенные силы и способы их вычисления.</p>
<p>5. Определение реакций внешних и внутренних связей составных конструкций с помощью принципа возможных перемещений</p>
<p>6. Составление уравнений движения механических систем с помощью уравнения Лагранжа 2-го рода</p>

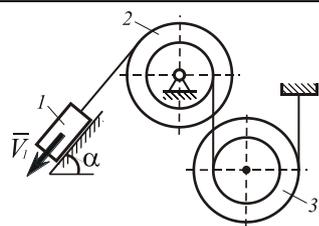
Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.2)

1. Материальная точка массой m расположена на гладкой кривой $y = f(x)$. Определить угловую скорость вращения ω кривой вокруг вертикальной оси Oy и величину нормальной реакции N , если в положении относительного равновесия координата точки $x = x_0$. На точку кроме силы тяжести действует сила \vec{F} .

При расчетах принять

$$\vec{F}(t) = 5mg \vec{j}, \quad y = 2\ell \sin\left(\pi \frac{x}{\ell}\right) - \ell, \quad x_0 = \frac{1}{3}\ell$$

2. Мячик катится по плоскости без скольжения. Определить число степеней свободы мячика.



3. Дана система тел, связанных невесомой нерастяжимой нитью, геометрия системы полагается известной.

а) Составить кинематические соотношения между параметрами движущихся тел

б) Составить расчетную схему для решения задачи с использованием уравнения Лагранжа 2 рода.

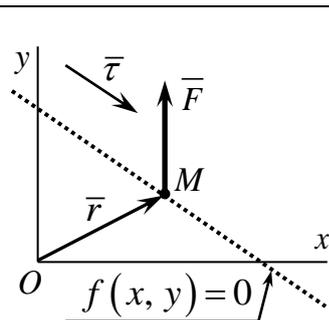
в) Записать систему уравнений для определения реакций внешних и внутренних связей с использованием теорем об изменении количества движения и кинетического момента системы.

4. Записать формулу и формулировку закона сохранения энергии и теоремы о движении центра масс механической системы.

5. Дать определение резонанса.

6. На материальную точку массой 2 кг. движущуюся со скоростью $\vec{V}_1 = -5\vec{i} - 2\vec{j} + 3\vec{k}$ подействовал ударный импульс. Скорость точки после удара $\vec{V}_2 = \vec{i} + 7\vec{j} - \vec{k}$. Найти модуль ударного импульса.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.3)



1. Материальная точка M массой m движется в горизонтальной плоскости xOy вдоль гладкой прямой $f(x, y) = 0$ под действием силы $\vec{F} = F(t)\vec{j}$.

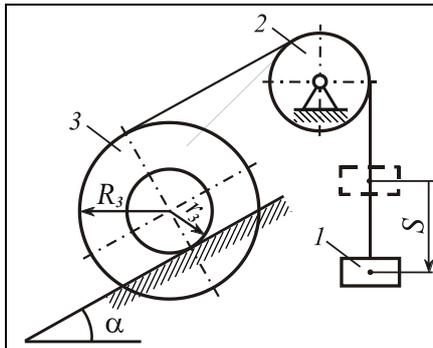
Определить закон движения точки $x(t), y(t)$ и величину нормальной реакции опорной линии, если в начальный момент времени координата $y = y_0$, а вектор скорости $\vec{v} = -v_0 \vec{\tau}$.

При вычислениях принять

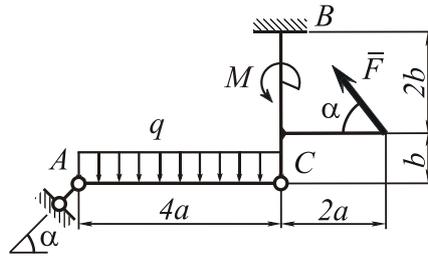
$$f(x, y) = y + 5x - 6 = 0, \quad F(t) = F_0,$$

$$m = 0.1 \text{ кг}, \quad F_0 = 50 \text{ Н},$$

$$y_0 = 0 \text{ м}, \quad v_0 = 1 \text{ м/с}.$$



2. Груз 1 массой m_1 при помощи невесомой и нерастяжимой нити, переброшенной через круглый однородный блок 2 массой m_2 , приводит в движение ступенчатый каток 3 массой m_3 , который катится по наклонной плоскости с углом α . Радиус инерции катка i_3 , а радиусы его ступеней r_3 и R_3 . Коэффициент трения качения δ . В начальный момент времени система находилась в покое. Найти ускорение груза, а также его скорость в зависимости от перемещения S .



3. Используя принцип возможных перемещений определить реакцию \bar{R}_A .

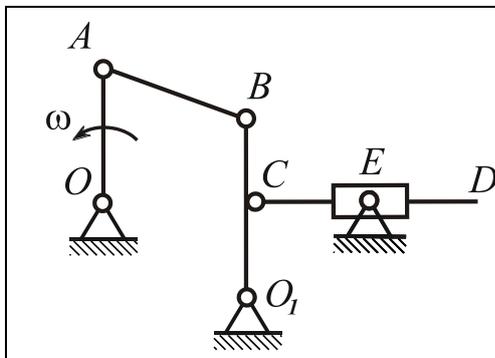
4. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся (защиты курсовой работы (проекта)) по дисциплине (модулю)

Семестр 2

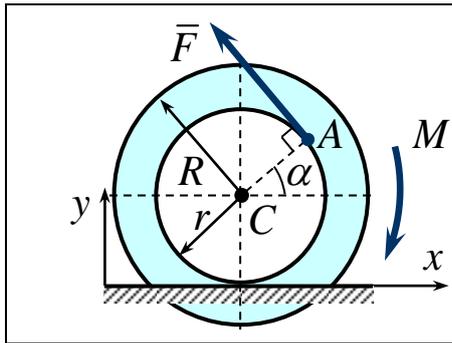
Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.1)

1. Плоскопараллельное движение твёрдого тела. Определение угловых скоростей и ускорений звеньев плоских шарнирных механизмов и ускорения ее точек.
2. Сложное движение точки. Определение скоростей и ускорений точки при ее сложном непоступательном переносном движении.
3. Определение реакций внешних и внутренних связей составных конструкций с помощью эквивалентных форм условий равновесия.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.2)



1. В заданном положении механизма определить скорость и ускорение точки D . Все геометрические размеры считать известными. Угловая скорость ведущего звена OA – постоянна

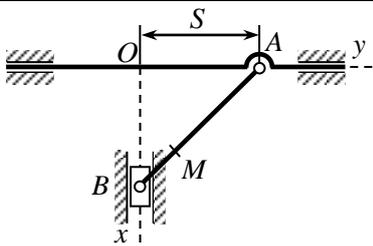


2. Диск расположен в вертикальной плоскости. На диск действует сила \vec{F} и пара сил с моментом M . Определить величину пары сил, удерживающую его в равновесии при заданном положении. Найти реакции внешних связей.

$$M = 2F r, F = 1.5 mg \quad R = 3r$$

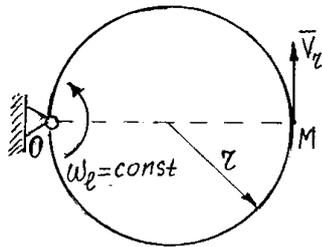
3. Найти коэффициент трения скольжения f , если диск находится в состоянии предельного равновесия

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.3)

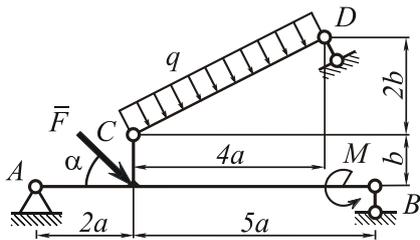


1. Для точки М заданного механизма: составить уравнения движения, определить уравнение траектории и начертить ее участок. Для момента времени $t = t_1$, найти вектор скорости точки, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории в соответствующей точке.

$$AB = 4BM = l, S = l \sin(\pi t), l = 40 \text{ см}, t_1 = 0.25 \text{ с.}$$



2. Кольцо радиуса r вращается равномерно с угловой скоростью ω_e в плоскости чертежа. По кольцу перемещается точка М с постоянной по модулю скоростью \vec{V}_r . Определить модули и показать направления составляющих вектора абсолютного ускорения точки М.



3. Определить реакции связей R_B, R_D составной конструкции, составляя для этого минимально необходимое число уравнений равновесия

Семестр 3

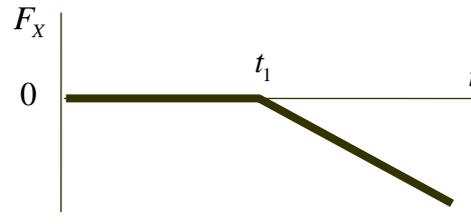
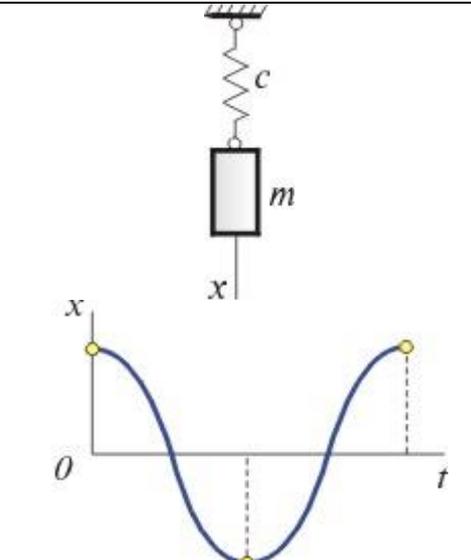
Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.1)

1. Динамика несвободной материальной точки. Движение по гладкой поверхности. Уравнение Лагранжа 1-го рода.

2. Определение реакций внешних и внутренних связей составных конструкций с помощью принципа возможных перемещений

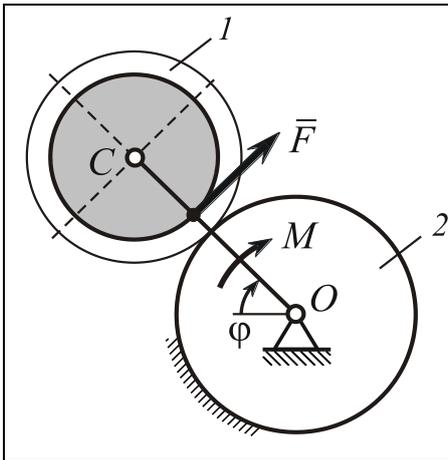
3. Составление уравнений движения механических систем с помощью уравнения Лагранжа 2-го рода

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.2)

	<p>1. Материальная точка совершает прямолинейное движение вдоль оси x под действием переменной силы, график проекции F_x которой во времени представлен на рисунке. Построить график зависимости скорости этой точки от времени, если в момент начала движения точка имела скорость $V_x = V_0, V_0 > 0$.</p>
	<p>2. Груз, подвешенный к пружине, совершает свободные колебания, график которых изображен на рисунке. Начало оси x совпадает с положением недеформированной пружины.</p> <p>а) Сформулировать начальные условия движения. б) Составить дифференциальное уравнение движения груза. в) Найти закон движения груза</p>

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-9 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-9.3)

<p>1. Материальная точка массой m расположена на гладкой кривой $y = f(x)$. Определить угловую скорость вращения ω кривой вокруг вертикальной оси Oy и величину нормальной реакции N, если в положении относительного равновесия координата точки $x = x_0$. На точку кроме силы тяжести действует сила \vec{F}. При расчетах принять</p> $\vec{F}(t) = 5mg \vec{j}, \quad y = 2\ell \sin\left(\pi \frac{x}{\ell}\right) - \ell, \quad x_0 = \frac{1}{3}\ell$	<p>2. Два жестко связанных друг с другом однородных стержня расположены в вертикальной плоскости и вращаются вокруг горизонтальной оси Oz под действием сил тяжести и периодической внешней силы \vec{T}.</p> <p>Составить дифференциальное уравнение малых колебаний системы относительно оси вращения. Погонная плотность стержней равна m/ℓ.</p> $OA = 2AB = 4\ell, \quad T = kmg \sin(\omega t).$
---	---



3. Планетарный механизм, расположенный в горизонтальной плоскости, движется из состояния покоя под действием силы \vec{F} и пары сил с моментом M . Определить угловое ускорение водила OC с помощью уравнения Лагранжа II рода, если оно представляет собой однородный стержень $OC = 8r$, а масса подвижного колеса равномерно распределена по цилиндру радиуса r_1 . При расчетах принять: положительное направление вращения – против часовой стрелки. $R_1 = 4r$, $r_1 = 3r$, $m_1 = 5m$,
 $m_{OC} = m$, $F = 5mg$, $M = 18mgr$.