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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
Л.В. Гензе

Оценочные материалы по дисциплине

Аналитическая механика

по направлению подготовки / специальности

01.03.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Теоретическая, вычислительная и экспериментальная механика

Форма обучения
Очная

Квалификация
Механик / Механик. Исследователь

Год приема
2024, 2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Л.В. Гензе

Председатель УМК
Е.А. Тарасов

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук и механики в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает типовые постановки задач математики и механики, классические методы решения, теоретические основы методов и границы их применимости

РООПК-1.2 Способен адаптировать известные математические методы для решения поставленной задачи в области математики и механики

РООПК-1.3 Способен провести решение поставленной задачи в области математики и механики с использованием полученных фундаментальных знаний и получить результат

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:
– коллоквиум;
– контрольная работа.

Примерные вопросы к коллоквиуму (РООПК-1.1)

1. Основная задача динамики несвободной точки. Дифференциальные уравнения движения несвободной точки по поверхности в декартовых координатах.
2. Естественные уравнения движения материальной точки по неподвижной поверхности. Теорема о кинетической энергии несвободной материальной точки.
3. О решении основной задачи динамики при движении точки по идеально гладкой поверхности вращения.
4. Круговой конический маятник. Сферический маятник.
5. Дифференциальные уравнения движения материальной точки по линии в декартовых координатах.
6. Естественные уравнения движения материальной точки по неподвижной линии. Теорема о кинетической энергии при движении материальной точки по идеально гладкой линии.
7. Математический маятник.
8. Циклоидальный маятник.
9. Принцип Даламбера.
10. Инерциальные и неинерциальные системы отчета. Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки. Основная задача динамики относительного движения.
11. Принцип относительности классической механики. Теорема о кинетической энергии при относительном движении материальной точки.
12. Уравнение относительного покоя материальной точки.
13. Относительный покой вблизи земной поверхности.
14. Уравнения относительного движения вблизи земной поверхности.

Критерии оценивания: коллоквиум считается сданным, если обучающийся ответил правильно как минимум на половину вопроса.

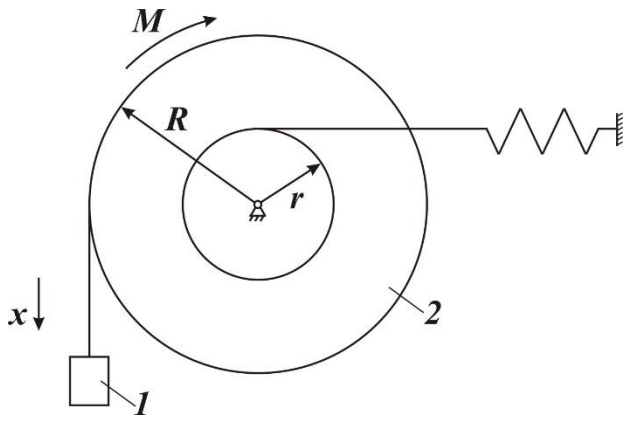
Контрольная работа (РООПК-1.2, РООПК-1.3)

Контрольная работа состоит из 2 задач.

Примеры задач:

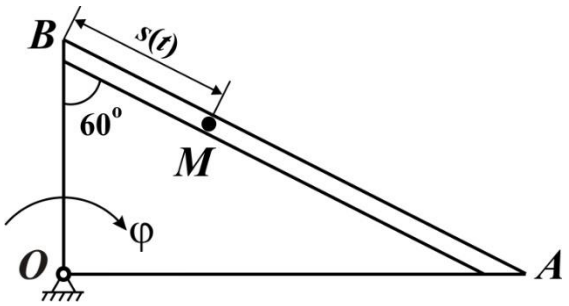
Задача 1

Механическая система состоит из груза *1* веса *P*, ступенчатого блока *2* веса *Q* с радиусом инерции ρ и пружины с коэффициентом жесткости *c*. К блоку приложен момент *M* (см. рисунок). Система под действием приложенных сил находится в равновесии и приходит в движение вследствие того, что груз *1* отклонен вниз от положения равновесия на величину x_0 и отпущен без начальной скорости. Определить амплитуду и период колебаний груза *1*.



Задача 2

Тело, представляющее собой треугольную пластину *OAB*, вращается вокруг оси, проходящей через точку *O* по закону $\varphi = 0.5 \cdot t^2 + 2 \cdot t$ рад (см. рисунок). Уравнение относительного движения точки *M* в пазу $s = 9 \cdot t^2 + 1$ см; *OB* = 10 см. Определить для момента времени $t_1 = 1$ с абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки *M*. Угол *BOA* прямой, угол *OBA* указан на рисунке.



Ответы:

Задача 1. Амплитуда колебаний $a = x_0$, период колебаний $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{P \cdot R^2 + Q \cdot \rho^2}{cgr^2}}$.

Задача 2. $\upsilon_M^a = 46.47$ см/с, $w_A^a = 191.82$ см/с^2.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если задачи решены без ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если решена одна задача и отмечен ход решения второй задачи.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если задачи полностью не решены, но представлен ход решения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задачи не решены и обучающийся затрудняется с ходом решения задач.

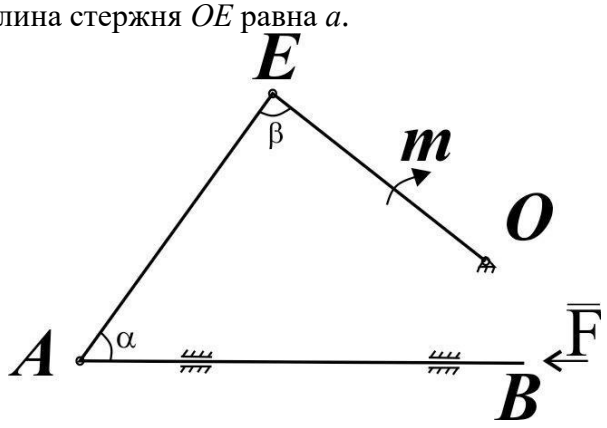
3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет с оценкой в пятом семестре проводится в письменной форме. Для получения зачета студенты должны выполнить индивидуальные задания (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-1.3). Продолжительность зачета с оценкой 1 час.

Примеры индивидуальных заданий.

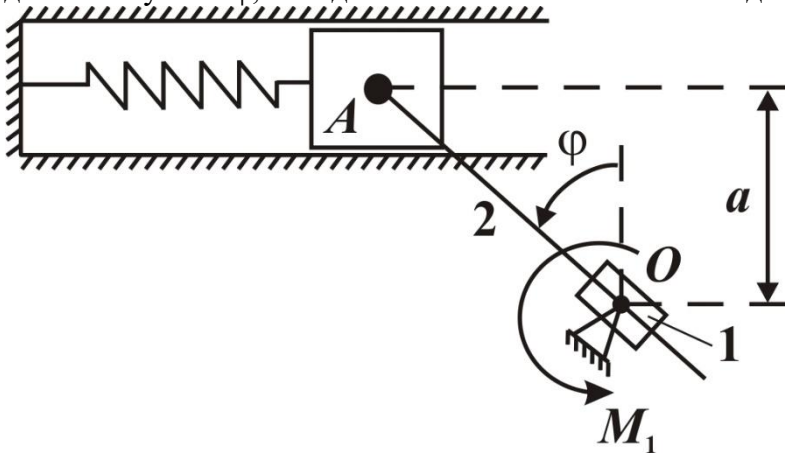
1. Задача 1.

На штангу АВ действует сила *F* (см. рисунок). Определить момент *m* пары сил, которую следует приложить к стержню *OE*, чтобы механизм находился в равновесии, если $\angle OEA = \beta$, $\angle EAB = \alpha$ длина стержня *OE* равна *a*.



2. Задача 2.

В плоском механизме, изображенном на рисунке, звенья невесомы, трение во всех связях отсутствует. К цилиндрической втулке 1 приложен заданный момент M_1, пары сил. Стержень 2 может свободно скользить во втулке 1. Найти величину деформации пружины, если ее жесткость определяется коэффициентом *c* и механизм, в указанном на рисунке положении, определенном углом φ, находится в покое. Расстояние *a* задано.



Ответы:

Задача 1. $F = \dfrac{m}{a}\dfrac{\cos(\alpha)}{\sin(\beta)}$.

Задача 2. $x = \dfrac{M_1 \cos^2(\varphi)}{ca}$

В процессе выполнения индивидуальных заданий и представления полученных результатов оценивается полнота и точность ответа, логичность и аргументированность изложения материала, умение использовать в ответе фактический материал.

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично»:

Безошибочно и самостоятельно, логично, в полном объеме излагается теоретико-методологический материал, приводятся примеры, правильно используется научная терминология, без затруднений даются ответы на дополнительные вопросы.

«Хорошо»:

Самостоятельно и логично, но недостаточно в полном объеме излагается теоретико-методологический материал, приводятся примеры, правильно используется научная терминология, без особых затруднений даются ответы на дополнительные вопросы.

«Удовлетворительно»:

Испытывает затруднения при самостоятельном изложении теоретико-методологического материала, но исправляется при ответах на уточняющие вопросы, без серьезных затруднений отвечает на большую часть дополнительных вопросов, приводит примеры с использованием научных терминов.

«Неудовлетворительно»:

Испытывает затруднения при самостоятельном изложении учебного материала, при ответах на уточняющие вопросы не исправляется, путается или большая часть дополнительных вопросов остается без ответов, не приводит примеры.

Экзамен в шестом семестре проводится в письменной форме по билетам. Допуск студентов к экзамену осуществляется только при условии успешного выполнения индивидуальных заданий. Экзамен состоит из двух частей. Первая часть – практическая (РООПК-1.2, РООПК-1.3), в рамках которой студенты должны выполнить индивидуальные задания. Вторая часть – теоретическая (РООПК-1.1), которая проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Продолжительность экзамена 1.5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов (РООПК-1.1):

1. Связи системы и их классификация.
2. Виртуальные перемещения системы и условия, налагаемые на них связями. Число степеней свободы.
3. Идеальные связи.
4. Принцип виртуальных перемещений.
5. Применение принципа виртуальных перемещений к решению задач (методы декартовых и обобщенных координат).
6. Уравнения равновесия механической системы в декартовых координатах с множителями Лагранжа.
7. Уравнения равновесия механической системы в обобщенных координатах. Обобщенные силы.
8. Принцип Даламбера для механической системы (поступательное движение тела).
9. Принцип Даламбера для механической системы (вращение тела вокруг неподвижной оси).
10. Принцип Даламбера для механической системы (плоско-параллельное движение тела).
11. Принцип Даламбера–Лагранжа.

12. Применение принципа Даламбера–Лагранжа к выводу общих теорем динамики системы (теорема о количестве движения системы, теорема о моменте количества движения системы).

13. Применение принципа Даламбера–Лагранжа к выводу общих теорем динамики системы (теорема о кинетической энергии системы, плоско-параллельном движении системы (тела)).

14. Уравнения Лагранжа первого рода.

15. Теорема о кинетической энергии и интеграл энергии.

16. Уравнения Лагранжа второго рода.

17. Выражения кинетической энергии системы в обобщенных координатах.

18. Циклические координаты. Метод Рауса.

19. Уравнения движения неголономных систем с множителями Лагранжа.

20. Уравнения Аппеля.

21. Уравнения С.А. Чаплыгина.

22. Вывод канонических уравнений Гамильтона.

23. Функция Гамильтона. Первые интегралы канонических уравнений.

24. Уравнения Гамильтона–Якоби. Теорема Якоби.

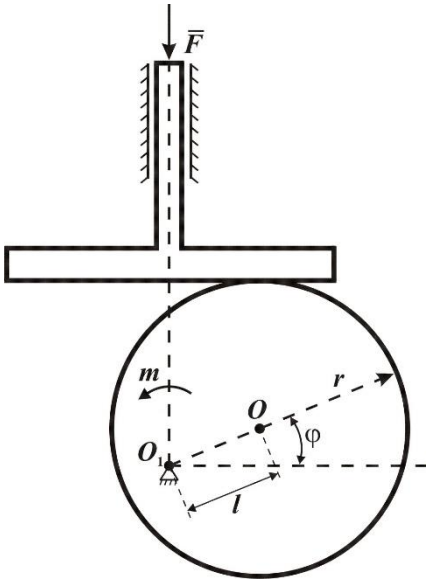
25. Частный случай склерономной системы.

26. Скобки и тождество Пуассона. Теорема Пуассона.

Примеры индивидуальных заданий из практической части (РООПК-1.2, РООПК-1.3):

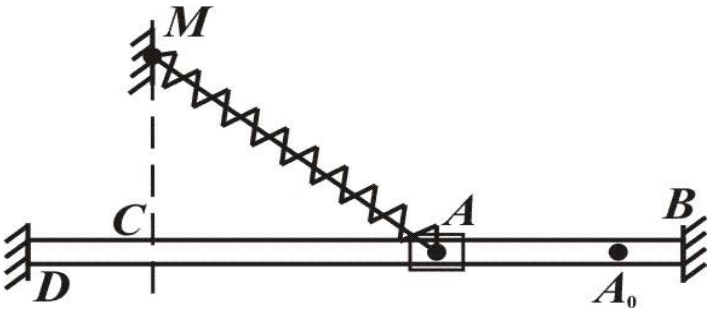
1. Задача 1.

На эксцентрик кулочкового механизма действует пара сил с моментом m. Определить какую силу F надо приложить к штоку (в функции угла φ поворота эксцентрика), для равновесия системы, если коэффициент трения скольжения между эксцентриком и штоком равен f, радиус эксцентрика равен r, эксцентриситет $OO_1 = l$ (см. рисунок). Трением между направляющими и штоком и весом частей механизма пренебречь. При каком угле φ величина силы F имеет наименьшее значение?



2. Задача 2.

Ползун A массой m может двигаться без трения по горизонтальной направляющей BD под действием пружины жесткости «c», закрепленной в точке M (рис. 3). Определить, с какой скоростью ползун придет в точку C, если в начальный момент он не имел скорости и находился в точке A_0 на расстоянии $CA_0 = a$. Принять, что, когда ползун находится в положении C, пружина не деформирована и длина ее равна l.



Ответы:

Задача 1. $\frac{m}{l\cos(\varphi)+f\left(r+l\sin(\varphi)\right)} \le F \le \frac{m}{l\cos(\varphi)-f\left(r+l\sin(\varphi)\right)}$; $\mathrm{tg}(\varphi)=f$.

Задача 2. $v_c=\sqrt{\frac{c}{m}}\left(\sqrt{l^2+a^2}-l\right)$.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично»:

Безошибочно и самостоятельно, логично, в полном объеме излагается теоретико-методологический материал, приводятся примеры, правильно используется научная терминология, без затруднений даются ответы на дополнительные вопросы.

«Хорошо»:

Самостоятельно и логично, но недостаточно в полном объеме излагается теоретико-методологический материал, приводятся примеры, правильно используется научная терминология, без особых затруднений даются ответы на дополнительные вопросы.

«Удовлетворительно»:

Испытывает затруднения при самостоятельном изложении теоретико-методологического материала, но исправляется при ответах на уточняющие вопросы, без серьезных затруднений отвечает на большую часть дополнительных вопросов, приводит примеры с использованием научных терминов.

«Неудовлетворительно»:

Испытывает затруднения при самостоятельном изложении учебного материала, при ответах на уточняющие вопросы не исправляется, путается или большая часть дополнительных вопросов остается без ответов, не приводит примеры.

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

Примерный перечень теоретических вопросов (РООПК-1.1):

1. Связи системы и их классификация.
2. Виртуальные перемещения системы и условия, налагаемые на них связями. Число степеней свободы.
3. Принцип виртуальных перемещений.
4. Принцип Даламбера–Лагранжа.

Примеры практических задач (РООПК-1.2, РООПК-1.3):

Задача 1

Сформулировать дифференциальное уравнение относительного движения материальной точки с использованием сил инерции.

Задача 2
Решить задачу о падении материальной точки вблизи земной поверхности с учетом вращения Земли, но без учета сопротивления воздуха

Ответы:

Задача 1. $m\bar{w}^r = \bar{F} + \bar{R} + \bar{I}^{\,\mathrm{e}} + \bar{I}^{\,\mathrm{cor}}$

Задача 2. $\begin{cases} x = \dfrac{1}{6}\omega^2 g \sin(\varphi)\cos(\varphi)t^4 + \ldots, \\ y = \dfrac{1}{3}\omega g \cos(\varphi)t^3 + \ldots, \\ z = -\dfrac{gt^2}{2} + \dfrac{1}{6}\omega^2 g \cos^2(\varphi)t^4 + \ldots \end{cases}$

Информация о разработчиках

Шеремет Михаил Александрович, д.ф.-м.н., профессор, кафедра теоретической механики, заведующий кафедрой