

**ФГБОУ ВПО
«Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова»**

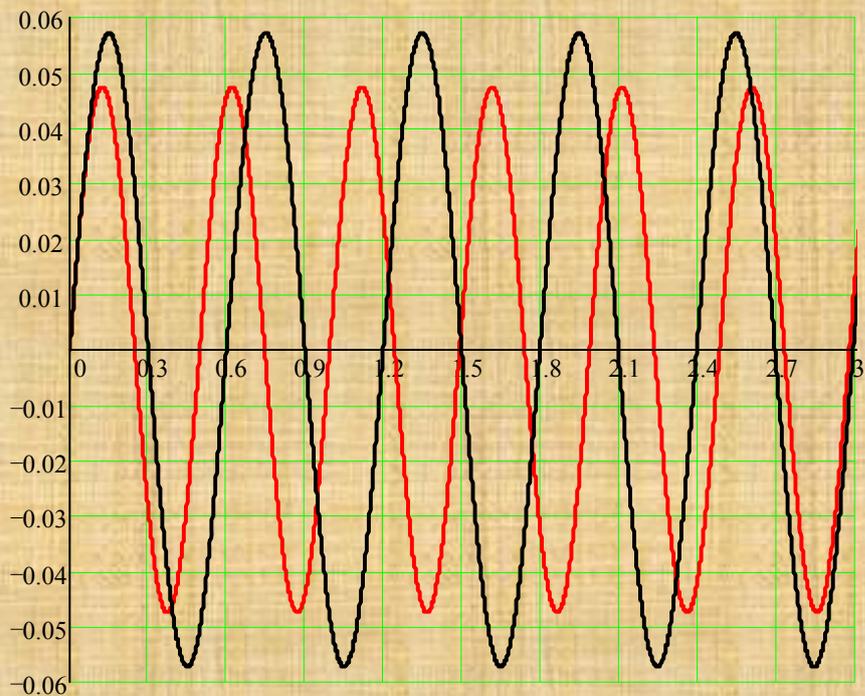
Факультет специальных технологий

Кафедра теоретической механики и механики машин

К. А. Мухопад

**Исследование свободных колебаний
материальной точки**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по теоретической механике



Барнаул 2015

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова»

Факультет специальных технологий

Кафедра теоретической механики и механики машин

К. А. Мухопад

**Исследование свободных колебаний
материальной точки**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по теоретической механике

Барнаул 2015

УДК 534.014.2(075.5)

Мухопад, К.А. Исследование свободных колебаний материальной точки. Методические указания к выполнению лабораторной работы по теоретической механике / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Типография АлтГТУ, 2015. – 21 с.

Методические указания содержат рекомендации по выполнению лабораторной работы «Исследование свободных колебаний материальной точки» по дисциплине «Теоретическая механика» для студентов очной, вечерней и заочной форм обучения направлений 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», 15.03.01 «Машиностроение», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры теоретической механики и механики машин АлтГТУ. Протокол № 6 от 30.03.2015

Содержание

1 Цель и задачи работы	4
2 Теоретическое обоснование работы	4
3 Описание лабораторной работы	5
4 Порядок выполнения лабораторной работы	6
5 Варианты заданий	13
6 Требования к отчету о лабораторной работе	18
7 Контрольные вопросы	19
Список литературы	29
Приложение А (обязательное). Форма титульного листа отчета по лабораторной работе	21

1 Цель и задачи работы

Целью лабораторной работы является получение и усвоение студентами знаний по теме «Исследование свободных колебаний материальной точки» в рамках дисциплины «Теоретическая механика».

В задачи лабораторной работы входят:

- приобретение навыков составления математической модели с использованием II закона Ньютона на примере свободных колебаний материальной точки;
- ознакомление с основными параметрами, характеризующими колебательные процессы;
- приобретение навыков решения дифференциальных уравнений, описывающих свободные колебания материальной точки;
- приобретение навыков анализа графической информации, описывающей свободные колебания материальной точки.

2 Теоретическое обоснование работы

Необходимо отметить, что колебания во всем их многообразии играют очень важную роль в современной технике. Практически любая область техники имеет дело с колебательными процессами. Академик Н.Д. Папалекси писал: «Не будет, вероятно, преувеличением сказать, что среди процессов, как свободно протекающих в природе, так и используемых в технике, колебания, понимаемые в широком смысле этого слова, занимают во многих отношениях выдающееся, часто первенствующее место» [4]. Колебания окружают человека повсюду - колебания совершают внутренние органы человека, машины и механизмы, здания и сооружения. При этом надо понимать, что колебательные процессы могут быть как вредными, а иногда даже опасными (разрушение конструкций, вредное физиологическое воздействие на человека, колебания Шимми), так и полезными, и целенаправленно применяться в современных технологиях.

Первые серьезные исследования в области колебаний были выполнены Г. Галилеем в далеком XVII веке, а затем Х. Гюйгенсом, который впервые изобрел маятниковые часы и всю свою жизнь занимался их усовершенствованием. Л. Эйлер и А.Н. Крылов внесли большой вклад в теорию колебаний своими трудами в области теории колебаний корабля и его устойчивости. Французский механик Ж. Даламбер заложил основы теории колебаний струны, а английский физик Дж. Стретт, известный как лорд Рэлей, - теорию звуковых колебаний. Значительный прогресс теория колебаний получила, благодаря трудам русского ученого А.М. Ляпунова по теории устойчивости движений.

В настоящее время теория механических колебаний служит научной основой решения огромного количества разнообразных технических задач и имеет большое практическое применение.

Общим же признаком всех колебательных движений является то, что они представляют собой движения, многократно повторяющиеся через определенные промежутки времени.

В ходе выполнения лабораторных работ необходимо научиться определять параметры, характеризующие колебательное движение, а именно:

- 1) закон, по которому происходит колебательное движение;
- 2) временные характеристики колебательного процесса;
- 3) максимальное отклонение от положения равновесия;
- 4) параметры, определяющие специфику того или иного колебательного движения.

В лабораторной работе №1 рассматривается самое простое колебательное движение – прямолинейные свободные колебания материальной точки.

Лабораторная работа выполняется с использованием средств вычислительной техники. В частности, на кафедре теоретической механики и механики машин АлтГТУ им. И.И. Ползунова разработан комплекс программ в среде MathCAD, позволяющий моделировать колебательные процессы с учетом задаваемых параметров колебательной системы.

3 Описание лабораторной работы

Задания по вариантам для выполнения лабораторной работы приводятся в разделе 4, а исходные данные приведены в таблицах 1 и 2.

Рассматривается механическая система, состоящая из груза массой m и одного или двух упругих элементов. Груз заменяется моделью в виде материальной точки, которая приводится в движение в соответствии с заданными начальными условиями. В ходе выполнения данной лабораторной работы необходимо определить:

- 1) частоту свободных колебаний;
- 2) период свободных колебаний;
- 3) амплитуду свободных колебаний;
- 4) начальную фазу колебаний;
- 5) закон колебательного движения.

Полученные числовые значения параметров колебаний проверяются у преподавателя. С помощью компьютерной программы моделируется процесс колебаний груза на основании введенных исходных данных и строятся графики колебаний. При выполнении лабораторной работы приветствуется самостоятельное построение графиков колебаний с использованием таких программ, как, например, Microsoft Excel, MathCAD, Matlab, SciLab и др.

Основные формулы из теории свободных колебаний:

$\ddot{x} + k^2 \cdot x = 0$ - дифференциальное уравнение колебаний,

$x = A \cdot \sin(kt + \alpha)$ - закон (уравнение) свободных колебаний,

$k = \sqrt{\frac{c}{m}}$ - циклическая частота свободных колебаний,

$T = \frac{2\pi}{k}$ - период свободных колебаний,

$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{\dot{x}_0}{k}\right)^2}$ - амплитуда свободных колебаний,

$(kt + \alpha)$ – фаза колебаний,

$\alpha = \arctg\left(\frac{x_0 k}{\dot{x}_0}\right)$ начальная фаза свободных колебаний

Ниже рассматривается порядок выполнения лабораторной работы на примере типового варианта.

4 Порядок выполнения лабораторной работы

Задание.

Необходимо описать колебания груза массой m (рис. 1), прикрепленного к двум пружинам. Масса груза m_1 , коэффициенты жесткости пружин c_1 и c_2 , а также начальные условия заданы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 и определите параметры колебаний, постройте и сравните графики колебаний;
2. измените коэффициент жесткости c_1 (увеличьте в два раза) и определите параметры колебаний, постройте и сравните графики колебаний;
3. измените начальные условия и определите параметры колебаний, постройте и сравните графики колебаний.

Сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра колебательной системы на процесс колебаний.

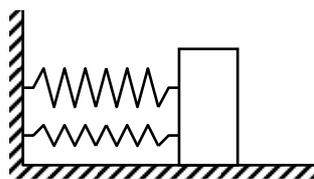


Рисунок 1 – Колебательная система

Исходные данные.

Исходная система: $m_1 = 1$ кг, $c_1 = 150$ Н/м, $c_2 = 250$ Н/м, $x_0 = 0,02$ м, $V_0 = -0,2$ м/с.

Измененная система: $m_2 = 2,5$ кг, $x_0 = 0,02$ м, $V_0 = 0$ м/с.

Решение 1.

Строим расчетную схему. Так как колебания груза (точки) происходят вдоль горизонтальной поверхности, то координатную ось направляем по горизонтали, например, вправо.

Выбираем на координатной оси начало отсчета (точка O). Этому положению соответствует положение статического равновесия груза. Для приведенной схемы статическое равновесие соответствует недеформированным пружинам.

Показываем на оси начальное положение груза (точки) и начальную скорость – эти данные выбираем из таблицы данных.

Показываем текущее положение точки.

На схеме в текущем положении изображаем действующие на точку силы. В нашем случае это сила упругости $\vec{F}_{\text{упр}}$, сила тяжести \vec{G} , нормальная реакция гладкой поверхности \vec{N} .

Так как две пружины «подключены» параллельно, то коэффициент жесткости эквивалентной пружины равен $c_{\text{экр}} = c_1 + c_2$.

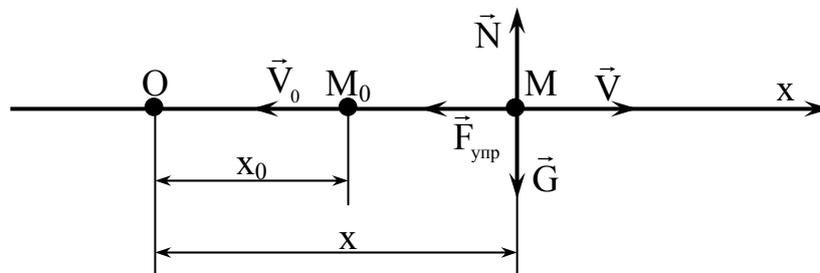


Рисунок 2 – Расчетная схема

Записываем II закон Ньютона для точки сначала в векторной форме:

$$m_1 \vec{a} = \sum \vec{F}_i = \vec{F}_{\text{упр}} + \vec{G} + \vec{N},$$

проецируем на ось Oх

$$m_1 \ddot{x} = -F_{\text{упр}},$$

где \ddot{x} - проекция ускорения точки на координатную ось Oх;

$F_{\text{упр}} = c_{\text{экр}} \cdot \Delta$ - сила упругости;

Δ - деформация пружины (на приведенной схеме она соответствует координате x).

Тогда

$$m_1 \ddot{x} = -c_{\text{экр}} \cdot x,$$

$$\ddot{x} + \frac{c_{\text{экр}}}{m_1} \cdot x = 0$$

или

$$\ddot{x} + k^2 \cdot x = 0.$$

Таким образом, получили дифференциальное уравнение свободных колебаний, где $k = \sqrt{\frac{c_{\text{экв}}}{m_1}}$ - циклическая частота свободных (собственных) колебаний груза.

Решение дифференциального уравнения имеет вид

$$x = A \cdot \sin(kt + \alpha),$$

где A – амплитуда колебаний,
 $(kt + \alpha)$ – фаза колебаний,
 α – начальная фаза колебаний.

Определим параметры колебаний с учетом исходных данных:

$$c_{\text{экв}} = c_1 + c_2 = 150 + 250 = 400 \text{ Н/м},$$

$$k = \sqrt{\frac{c_{\text{экв}}}{m_1}} = \sqrt{\frac{400}{1}} = 20 \text{ рад/с},$$

$$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{\dot{x}_0}{k}\right)^2} = \sqrt{0,02^2 + \left(\frac{-0,2}{20}\right)^2} = 0,022 \text{ м},$$

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{x_0 k}{\dot{x}_0}\right) = \text{arctg}\left(\frac{0,02 \cdot 20}{-0,2}\right) = -1,107 \text{ рад}.$$

Период колебаний

$$T = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{20} = 0,314 \text{ с}.$$

Тогда уравнение колебаний груза принимает вид

$$x = 0,022 \cdot \sin(20t - 1,107) \text{ м}.$$

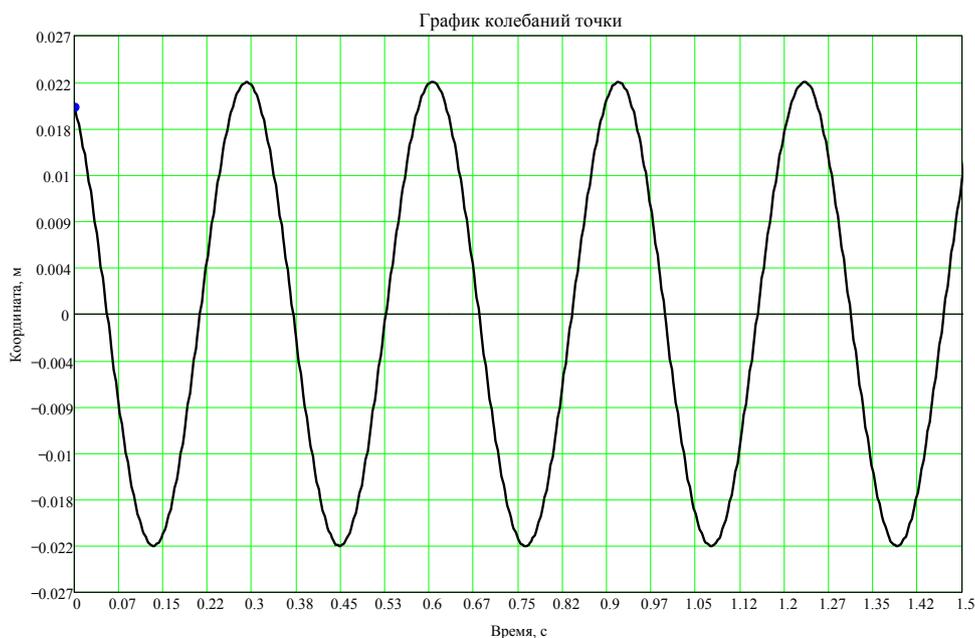


Рисунок 3 – График колебаний

Решение 2.

Воспользуемся новыми исходными данными и пересчитаем параметры колебаний точки.

Используем массу $m_2 = 2,5$ кг.

Тогда циклическая частота колебаний

$$k = \sqrt{\frac{c_{\text{экв}}}{m_2}} = \sqrt{\frac{400}{2,5}} = 12,65 \text{ рад/с,}$$

амплитуда колебаний

$$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{\dot{x}_0}{k}\right)^2} = \sqrt{0,02^2 + \left(\frac{-0,2}{12,65}\right)^2} = 0,0255 \text{ м,}$$

начальная фаза колебаний

$$\alpha = \arctg\left(\frac{x_0 k}{\dot{x}_0}\right) = \arctg\left(\frac{0,02 \cdot 12,65}{-0,2}\right) = -0,902 \text{ рад,}$$

период колебаний

$$T = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{12,65} = 0,5 \text{ с.}$$

Уравнение колебаний принимает вид

$$x = 0,0255 \cdot \sin(12,65t - 0,902) \text{ м.}$$

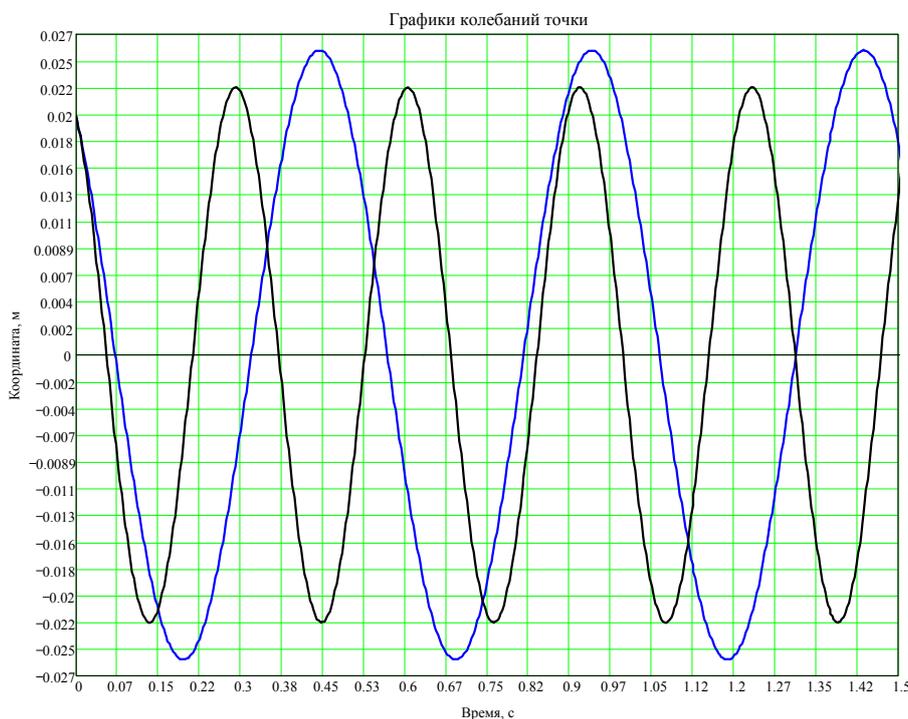


Рисунок 4 – Сравнение графиков колебаний

Вывод: увеличение массы груза приводит к уменьшению частоты k колебаний и увеличению периода T . Также увеличение массы приводит и к увеличению амплитуды колебаний A .

Решение 3.

Увеличиваем c_1 в два раза.

Тогда коэффициент эквивалентной жесткости

$$c_{\text{ЭКВ}} = 2 \cdot c_1 + c_2 = 2 \cdot 150 + 250 = 550 \text{ Н/м,}$$

циклическая частота колебаний

$$k = \sqrt{\frac{c_{\text{ЭКВ}}}{m_1}} = \sqrt{\frac{550}{1}} = 23,45 \text{ рад/с,}$$

амплитуда колебаний

$$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{\dot{x}_0}{k}\right)^2} = \sqrt{0,02^2 + \left(\frac{-0,2}{23,45}\right)^2} = 0,0217 \text{ м,}$$

начальная фаза колебаний

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{x_0 k}{\dot{x}_0}\right) = \text{arctg}\left(\frac{0,02 \cdot 23,45}{-0,2}\right) = -1,1677 \text{ рад,}$$

период колебаний

$$T = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{23,45} = 0,27 \text{ с.}$$

Уравнение колебаний принимает вид

$$x = 0,0217 \cdot \sin(23,45t - 1,1677) \text{ м.}$$

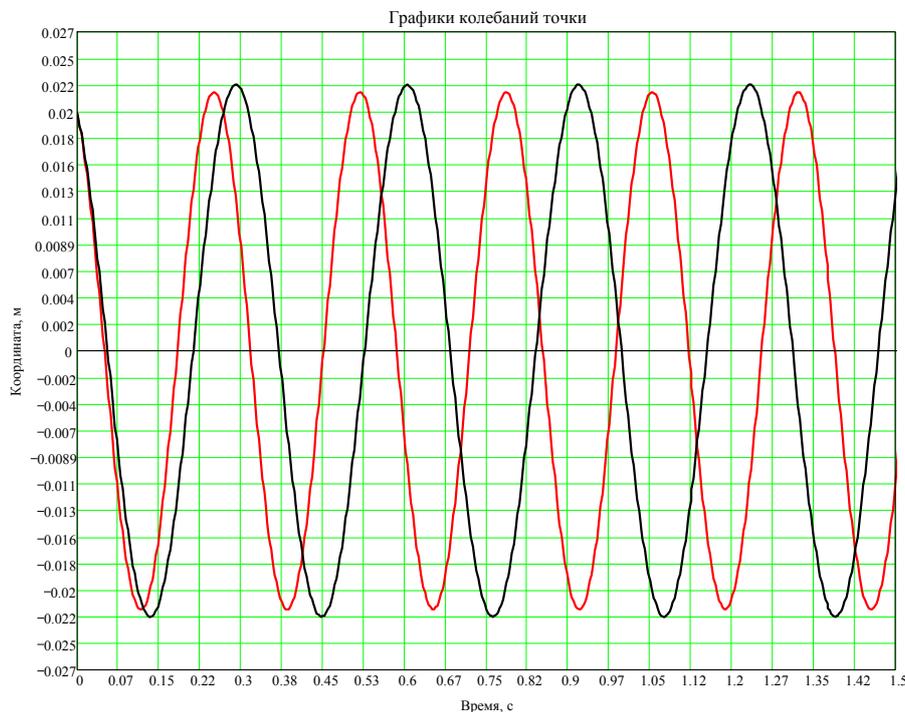


Рисунок 5 – Сравнение графиков колебаний

Вывод: увеличение коэффициента жесткости пружины приводит к увеличению частоты k колебаний и уменьшению периода T . Также увеличение коэффициента жесткости приводит к уменьшению амплитуды колебаний A .

Решение 4.

Используем новые начальные условия: $x_0 = 0,02$ м, $V_0 = 0$ м/с.

Тогда коэффициент эквивалентной жесткости не изменится $c_{\text{экв}} = 400$ Н/м, частота колебаний остается прежней $k = 20$ рад/с, период $T = 0,314$ с. Изменится только амплитуда колебаний и начальная фаза колебаний

$$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{\dot{x}_0}{k}\right)^2} = \sqrt{0,02^2 + \left(\frac{0}{20}\right)^2} = 0,02 \text{ м,}$$

$$\alpha = \arctg\left(\frac{x_0 k}{\dot{x}_0}\right) = \arctg\left(\frac{0,02 \cdot 20}{0}\right) = \frac{\pi}{2} = 1,57 \text{ рад.}$$

Уравнение колебаний принимает вид

$$x = 0,02 \cdot \sin(20t + 1,57) \text{ м.}$$

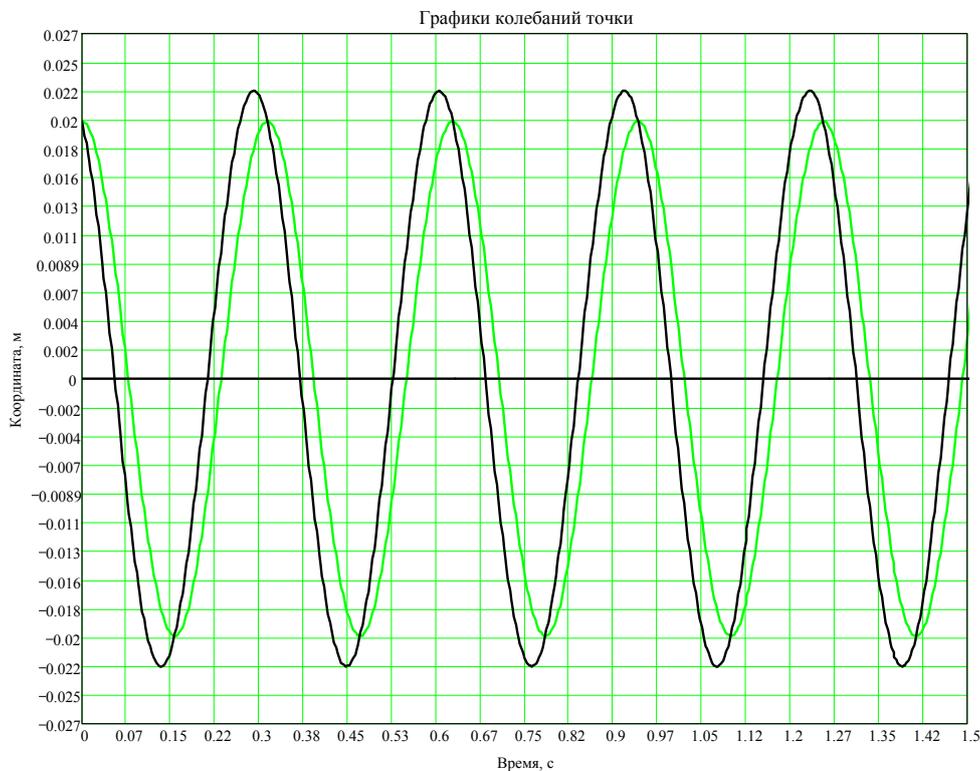


Рисунок 6 – Сравнение графиков колебаний

Вывод: изменение начальных условий приводит к изменению амплитуды колебаний A и начальной фазы. Циклическая частота колебаний k и период T от начальных условий не зависят, т.е. наблюдается свойство изохронности колебательной системы.

Решение 5.

Результаты всех изменений.

$$c_{\text{экв}} = 2 \cdot c_1 + c_2 = 2 \cdot 150 + 250 = 550 \text{ Н/м,}$$

$$k = \sqrt{\frac{c_{\text{ЭКВ}}}{m_2}} = \sqrt{\frac{550}{2,5}} = 14,83 \text{ рад/с},$$

$$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{\dot{x}_0}{k}\right)^2} = \sqrt{0,02^2 + \left(\frac{0}{14,83}\right)^2} = 0,02 \text{ м},$$

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{x_0 k}{\dot{x}_0}\right) = \text{arctg}\left(\frac{0,02 \cdot 14,83}{0}\right) = \frac{\pi}{2} = 1,57 \text{ рад}.$$

$$T = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{14,83} = 0,42 \text{ с}.$$

Уравнение колебаний принимает вид

$$x = 0,02 \cdot \sin(14,83t + 1,57) \text{ м}.$$

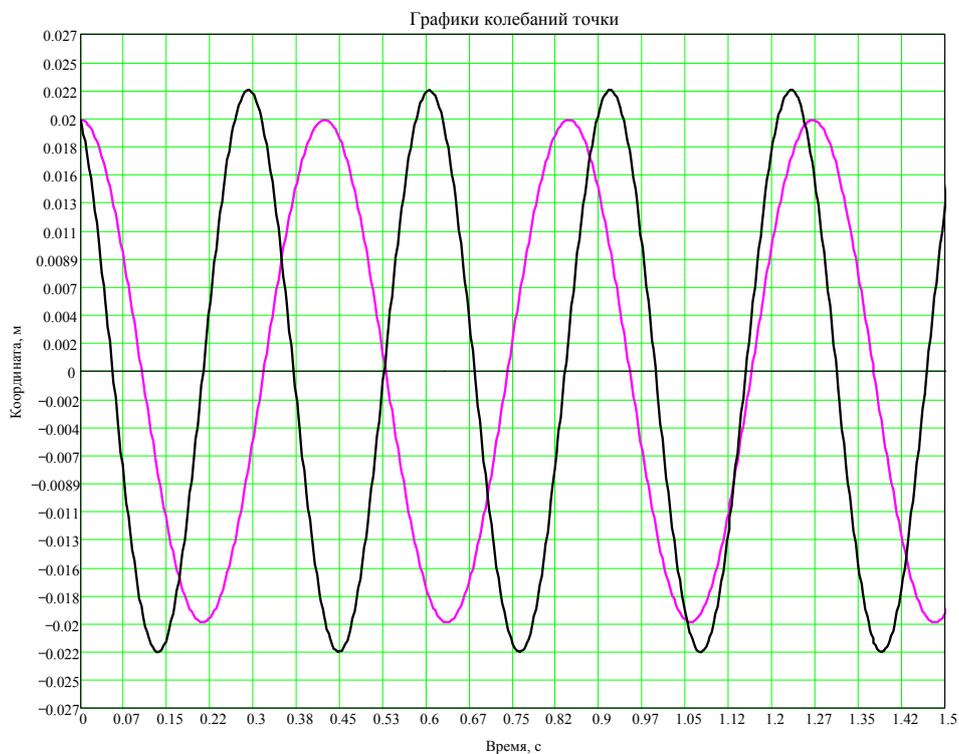


Рисунок 7 – Сравнение графиков колебаний

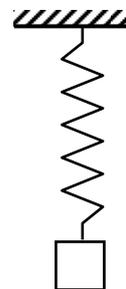
5 Варианты заданий

Вариант 1

Опишите колебания груза, подвешенного к пружине. Массу груза m_1 , коэффициент жесткости пружины c_1 и начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 на c_2 ;
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

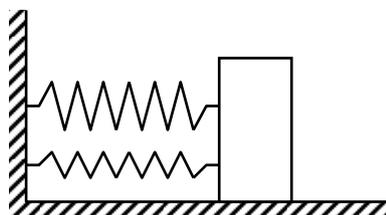


Вариант 2

Опишите колебания груза, прикрепленного к двум пружинам. Массу груза m_1 , коэффициенты жесткости пружин c_1 и c_2 , начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 (увеличьте в два раза);
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

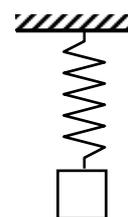


Вариант 3

Опишите колебания груза, подвешенного к пружине. Массу груза m_1 , коэффициент жесткости пружины c_1 и начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 на c_2 ;
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

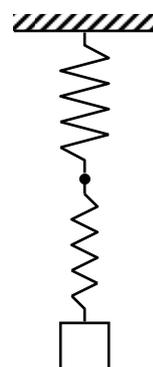


Вариант 4

Опишите колебания груза, подвешенного к пружинам. Массу груза m_1 , коэффициенты жесткости пружин c_1 и c_2 , начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_2 (уменьшите в два раза);
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

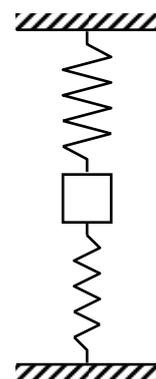


Вариант 5

Опишите колебания груза, подвешенного к пружинам. Массу груза m_1 , коэффициенты жесткости пружин c_1 и c_2 , начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 (увеличьте в два раза);
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

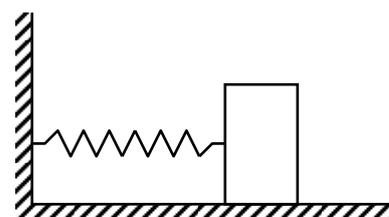


Вариант 6

Опишите колебания груза, прикрепленного к пружине. Массу груза m_1 , коэффициент жесткости пружины c_1 , начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 на c_2 ;
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

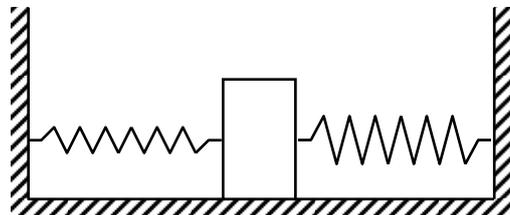


Вариант 7

Опишите колебания груза, прикрепленного к двум пружинам. Массу груза m_1 , коэффициенты жесткости пружин c_1 и c_2 , начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_2 (увеличьте в 1,5 раза);
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

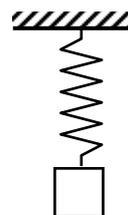


Вариант 8

Опишите колебания груза, подвешенного к пружине. Массу груза m_1 , коэффициент жесткости пружины c_1 и начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 на c_2 ;
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

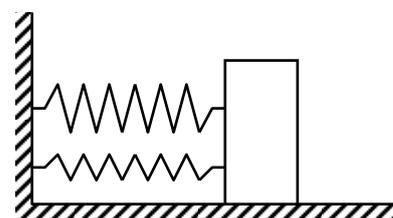


Вариант 9

Опишите колебания груза, прикрепленного к двум пружинам. Массу груза m_1 , коэффициенты жесткости пружин c_1 и c_2 , начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 (увеличьте в два раза);
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

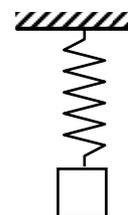


Вариант 10

Опишите колебания груза, подвешенного к пружине. Массу груза m_1 , коэффициент жесткости пружины c_1 и начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 на c_2 ;
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

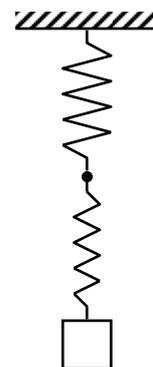


Вариант 11

Опишите колебания груза, подвешенного к пружинам. Массу груза m_1 , коэффициенты жесткости пружин c_1 и c_2 , начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 (уменьшите в 1,5 раза);
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

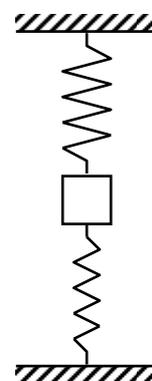


Вариант 12

Опишите колебания груза, подвешенного к пружинам. Массу груза m_1 , коэффициенты жесткости пружин c_1 и c_2 , начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 (увеличьте в два раза);
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

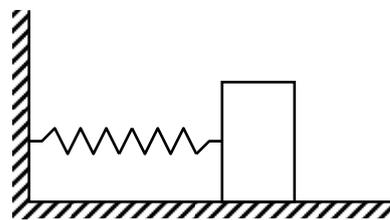


Вариант 13

Опишите колебания груза, прикрепленного к пружине. Массу груза m_1 , коэффициент жесткости пружины c_1 , начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 на c_2 ;
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

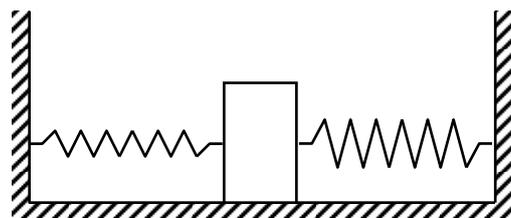


Вариант 14

Опишите колебания груза, прикрепленного к двум пружинам. Массу груза m_1 , коэффициенты жесткости пружин c_1 и c_2 , начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 (увеличьте в 2 раза);
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.



Вариант 15

Опишите колебания груза, подвешенного к пружине. Массу груза m_1 , коэффициент жесткости пружины c_1 и начальные условия взять из таблицы. Постройте график колебаний, на котором укажите период и амплитуду колебаний. После построения графика колебаний:

1. измените массу m_1 на массу m_2 ;
2. измените коэффициент жесткости c_1 на c_2 ;
3. измените начальные условия.

Постройте новые графики и сделайте выводы о том, как влияет изменение того или иного параметра на процесс колебаний.

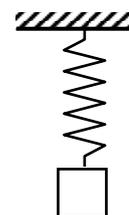


Таблица 1 – Исходные данные (подгруппа А)

№ варианта	Массы грузов		Коэффициенты жесткости		Начальные условия	
	m ₁ , кг	m ₂ , кг	c ₁ , Н/м	c ₂ , Н/м	y ₀ , м	V ₀ , м/с
1	1	2,1	100	220	0	0,6
2	1,1	3,1	230	130	0,1	-0,2
3	0,8	4,4	450	430	0,2	0,3
4	2,1	5,2	670	560	0,5	0
5	3,2	6,4	330	760	0,3	-0,5
6	2	2	420	430	0,21	0,9
7	4	6	120	890	0,34	-0,23
8	2,5	11	150	900	0	0,34
9	5,1	12	60	340	0,4	0,6
10	6	3	760	450	0,23	-0,56
11	1,5	4,6	780	620	0,3	0
12	1,6	7,1	100	120	0	0,5
13	3,5	2,3	210	340	0,5	-0,72
14	6,2	3,1	440	50	0,8	0,42
15	2,2	4,2	550	80	0,21	0,8

Таблица 2 – Исходные данные (подгруппа Б)

№ варианта	Массы грузов		Коэффициенты жесткости		Начальные условия	
	m ₁ , кг	m ₂ , кг	c ₁ , Н/м	c ₂ , Н/м	y ₀ , м	V ₀ , м/с
1	2	2,5	100	320	0	1
2	1	2,1	230	50	0,1	-0,5
3	3	4,4	450	100	- 0,2	1,3
4	1,5	1	670	260	0,5	0
5	2,1	3	330	760	0,3	-1,5
6	2,5	2	420	200	- 0,21	0,9
7	2	6	120	890	0,34	-1,2
8	4	1	150	900	0	0,34
9	5	1	60	340	- 0,4	1,6
10	1	3	760	450	0,23	-0,56
11	2	4,6	780	620	0,3	0
12	1,1	4,1	100	120	0	1,5
13	2,1	2,6	210	340	0,5	-0,72
14	3,2	0,5	440	50	0,8	0,42
15	3,3	0,2	550	80	- 0,21	1,8

6 Требования к отчету по лабораторной работе

Отчет оформляется на сброшюрованных листах формата А4 в соответствии с требованиями СТО АлтГТУ 12 570-2013 «Общие требования к текстовым, графическим и программным документам». Отчет должен включать следующие структурные элементы:

- а) титульный лист (в соответствии с формой приложения А);
- б) цель работы;
- в) исходные данные;
- г) результаты расчетов и графики колебаний;
- д) выводы.

7 Контрольные вопросы

1. Приведите примеры колебательных процессов в технике, природе и быту.
2. Как называется сила, действие которой приводит к колебаниям?
3. Сформулируйте определение и поясните физический смысл термина «частота колебаний».
4. Сформулируйте определение и поясните физический смысл термина «период колебаний». Покажите эту величину на графике колебаний.
5. Сформулируйте определение и поясните физический смысл термина «амплитуда колебаний». Покажите эту величину на графике колебаний.
6. Запишите дифференциальное уравнение, описывающее свободные колебания материальной точки.
7. Запишите в общем виде закон свободных колебаний.
8. Как определяется циклическая частота свободных колебаний?
9. Как определяется период свободных колебаний?
10. Как определяется амплитуда свободных колебаний?
11. Как определяется начальная фаза свободных колебаний?
12. Как определяется коэффициент жесткости эквивалентной пружины при параллельном соединении двух пружин?
13. Как определяется коэффициент жесткости эквивалентной пружины при последовательном соединении двух пружин?

Список литературы

1. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики: учебник для втузов. – М. : Высш. шк., 2010. – 415 с.: ил.
2. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики. Статика. Кинематика. Динамика / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. – М. : Интеграл - Пресс, 2006. – 603 с.: ил.
3. Гейм, Ю. А. Учебное пособие по теоретической механике. Решение задач. Часть II (динамика точки) / Ю. А. Гейм, К. А. Мухопад. Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2002. - 51 с.: ил.
4. Пановко, Я. Г. Введение в теорию механических колебаний : [учебное пособие для втузов] / Я. Г. Пановко. – М. : Наука, 1991. – 255 с.: ил.
5. Старжинский, В. М. Теоретическая механика : краткий курс по полной программе втузов / В. М. Старжинский. – М. : Наука, 1980. – 464 с.: ил.

Приведенная литература имеется в библиотеке АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Форма титульного листа отчета о лабораторной работе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Факультет специальных технологий

Кафедра теоретической механики и механики машин

Отчет защищен с оценкой _____

(подпись преподавателя) (и.о. фамилия)

« ___ » _____ 20 ___ г.

Отчет
по лабораторной работе № 1

Исследование свободных колебаний материальной точки
по дисциплине «Теоретическая механика»

ЛР 15.03.05.01. 000 ОТ

Студент группы _____

и.о. фамилия

Преподаватель _____

должность, ученое звание

и.о. фамилия

БАРНАУЛ 20 ____

Константин Алексеевич Мухопад

**Исследование свободных колебаний
материальной точки**

Методические указания к выполнению
лабораторной работы по теоретической механике

Издано в авторской редакции

Подписано в печать _____. Формат _____.
Печать – цифровая. Усл.п.л. _____.
Тираж 24 экз. Заказ 2015 – _____

Издательство Алтайского государственного
технического университета им. И. И. Ползунова,
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46,
<http://izdat.secna.ru>

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 020822 от 21.09.98 г.

Отпечатано в типографии АлтГТУ,
656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,
тел. : (8-3852) 29-09-48

Лицензия на полиграфическую деятельность
ПЛД №28-35 от 15.07.1997 г.