

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Зарипов Орзу Шарифович

**«Моделирование процесса прямолинейных колебаний
материальной точки в различных условиях»**

Направление подготовки

01.04.02 – «Прикладная математика и информатика»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

Егорова Юлия Георгиевна
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры ПМ ФГБОУ ВО «Ком-
сомольский-на-Амуре государственный
университет»

Рецензент

Анисимов Антон Николаевич
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры ИБИСФ ФГБОУ ВО
«Амурский гуманитарно-педагогичес-
кий государственный университет»

Защита состоится « 25 » июня 2021 года в 09 часов 50 мин. на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, ауд. 204/5.

Автореферат разослан 17 июня 2021г.

Секретарь ГЭК



Ю. Г. Егорова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. При изучении сложных физико-математических дисциплин большое значение имеет возможность использования наглядных и понятных графических моделей изучаемых физических явлений. Имитационные модели дают обучающимся более качественное восприятие учебного материала при меньших затратах труда. В связи с этим задачи построения графических моделей для целей учебного процесса всегда остаются важными и актуальными.

Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения сложных систем. Компьютерные модели проще и удобнее исследовать в силу их возможности проводить вычислительные эксперименты, в тех случаях, когда реальные эксперименты затруднены из-за физических препятствий или могут дать непредсказуемый результат. Логичность и формализованность компьютерных моделей позволяет определить основные факторы, определяющие свойства изучаемого объекта-оригинала, в частности, исследовать отклик моделируемой физической системы на изменения ее параметров и начальных условий [1].

Объект исследования: процесс прямолинейных колебаний материальной точки в различных условиях.

Предмет исследования: качественный анализ процесса прямолинейных колебаний материальной точки и имитационное моделирование их поведения.

Целью исследования является построение имитационных моделей процесса свободных прямолинейных колебаний материальной точки при различных условиях. Рассматриваются варианты колебаний без начальной скорости, без начального отклонения и колебания при наличии сухого трения. Разработаны программы для моделирования процесса свободных прямолинейных колебаний материальной точки для каждого из трех указанных вариантов колебаний.

Исходя из этого, решается ряд задач:

1. Изучение и анализ материалов по предметной области.
2. Разработка программы для моделирования процесса свободных прямолинейных колебаний материальной точки.
3. Обобщение и анализ полученных результатов.
4. Проведение компьютерных экспериментов, визуализация их результатов, формулировка выводов.

Практическая значимость: результаты, полученные в работе, планируется использовать при преподавании дисциплин «Классическая механика» и «Теория колебаний».

Новым научным результатом, полученным и представленным автором к защите, является разработанное программное обеспечение, позволяющее моделировать процесс свободных прямолинейных колебаний материальной точки.

Структура и объем работы. Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав и заключения. В первой главе даны основные понятия о прямолинейных колебаниях материальной точки, дающие представление о колебательных процессах в целом. Во второй главе рассматривается моделирование колебаний. В третьей главе приведены примеры работы программы и представлен анализ результатов. В приложении приведен текст программы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность исследования и приводится общая характеристика работы, включая следующие элементы:

- степень разработанности проблемы;
- предметная область исследования;
- объект исследования;
- предмет исследования;

– цель исследования.

Первая глава посвящена систематическому исследованию всех вариантов сочетания указанных сил в случае прямолинейного движения материальной точки. Хотя эта задача представляет практический интерес и сама по себе, но ее решение можно почти без изменений использовать для многих других случаев колебаний.

Различные по физическому содержанию колебательные явления описываются одинаковыми дифференциальными уравнениями, поэтому выводы, полученные при изучении колебательного движения в какой-либо одной области, могут быть использованы и в других областях.

Наиболее просты для исследования те случаи колебательных движений, когда восстанавливающая сила пропорциональна отклонению точки от положения равновесия, а сила сопротивления пропорциональна скорости точки. Соответственно проекции восстанавливающей силы и силы сопротивления на ось x имеют вид

$$F_x = -cx, \quad R_x = -b\dot{x}.$$

В этих случаях дифференциальные уравнения движения линейны; соответственно такие колебания также называются линейными.

В зависимости от того, какая комбинация сил действует на материальную точку, колебательное движение приобретает те или иные типичные особенности. В табл. 1.1 дана сводка различных изучаемых в дальнейшем типов линейных колебаний.

Таблица 1.1 – Типы линейных колебаний

Действующие силы	Дифференциальное уравнение	Наименование вида колебаний
Восстанавливающая сила $F(x): F_x = -cx$	$m\ddot{x} + cx = 0$	Свободные колебания
Восстанавливающая сила $F(x)$ + сила сопротивления $R(x):$ $F_x = -cx, R_x = -b\dot{x}$	$m\ddot{x} + b\dot{x} + cx = 0$	Свободные колебания при наличии вязкого трения
Восстанавливающая сила $F(x)$ + возмущающая сила $Q(t):$	$m\ddot{x} + cx = Q_x(t)$	Вынужденные колебания

$F_x = -cx, Q_x = Q_x(t)$		
Восстанавливающая сила $F(x)$ + сила сопротивления $R(x)$ + возмущающая сила $Q(t)$: $F_x = -cx, R_x(\ddot{x}) = -b\ddot{x},$ $Q_x = Q_x(t)$	$m\ddot{x} + b\dot{x} + cx = Q_x(t)$	Вынужденные колебания при наличии вязкого трения

Возможны и более сложные случаи, когда сила зависит одновременно от координаты x и времени t и не может быть представлена в виде суммы $F_x(x)$ и $Q_x(t)$, а также когда сила зависит от координаты x и скорости \dot{x} , причем силу нельзя представить, как сумму $F(x)$ и $R(\dot{x})$.

Вторая глава. Математическая модель – это не только уравнения математической задачи, но и дополнительные условия, устанавливающие границы их применимости. Все полученные с помощью этой модели теоретические результаты будут справедливы только в оговоренных рамках.

От исследователя требуется знание содержания исследуемого объекта и хорошее владение математическими методами. Создание удачной математической модели – это половина успеха в решении данной задачи.

Под математическим моделированием будем понимать процесс формализации объекта-оригинала с помощью отображения его функционирования математическими соотношениями, записанными при некоторых упрощающих предположениях.

Математическое моделирование можно условно подразделить по типу и методу построения решения модели: аналитическое, численное (разностное), диаграммное и имитационное.

Под аналитическим моделированием мы будем понимать процесс формализации реального объекта и нахождение его решения в аналитических функциях.

Если построенная математическая модель не имеет аналитического решения, то такие модели можно решать приближенно, используя численные методы. Для данной математической модели строят дискретные (разностные) аналоги и решают итерационными методами.

Процедуру построения математической модели какого-либо реального явления или процесса и нахождение численного решения часто называют численным моделированием.

Использование метода математического моделирования как средства решения сложных прикладных проблем в случае каждой конкретной задачи имеет специфические особенности. Тем не менее, всегда четко просматриваются общие характерные черты, позволяющие говорить о единой структуре этого процесса. Технологический процесс математического моделирования принято подразделять на ряд этапов.

В третьей главе содержится описание программы.

После запуска программы на выполнение на экране появляется главное меню программы (рисунок 1). Для удобства восприятия все цвета проинвертированы (на самом деле изображение на всех экранах построено как белое на черном).

Прямолинейные колебания материальной точки

Выберите интересующую Вас задачу:

Свободные колебания

Свободные колебания при линейно-вязком сопротивлении

Свободные колебания при трении скольжения

Вынужденные колебания

Вынужденные колебания при наличии вязкого сопротивления

Рисунок 1 – Главное меню программы

При выборе конкретного пункта меню пользователь переходит в режим выполнения соответствующей задачи. В этом режиме экран разделен на четыре области (рисунок 2):

– область 1 – область начальных данных. Здесь пользователь может ввести в поля ввода свои значения, для которых и будет построена графическая модель. Все значения вводятся в единицах СИ;

– область 2 – область построения зависимости координаты точки от времени;

– область 3 – область расположения графической модели колебаний точки относительно положения равновесия;

– область 4 – область вывода расчетных характеристик процесса колебаний.

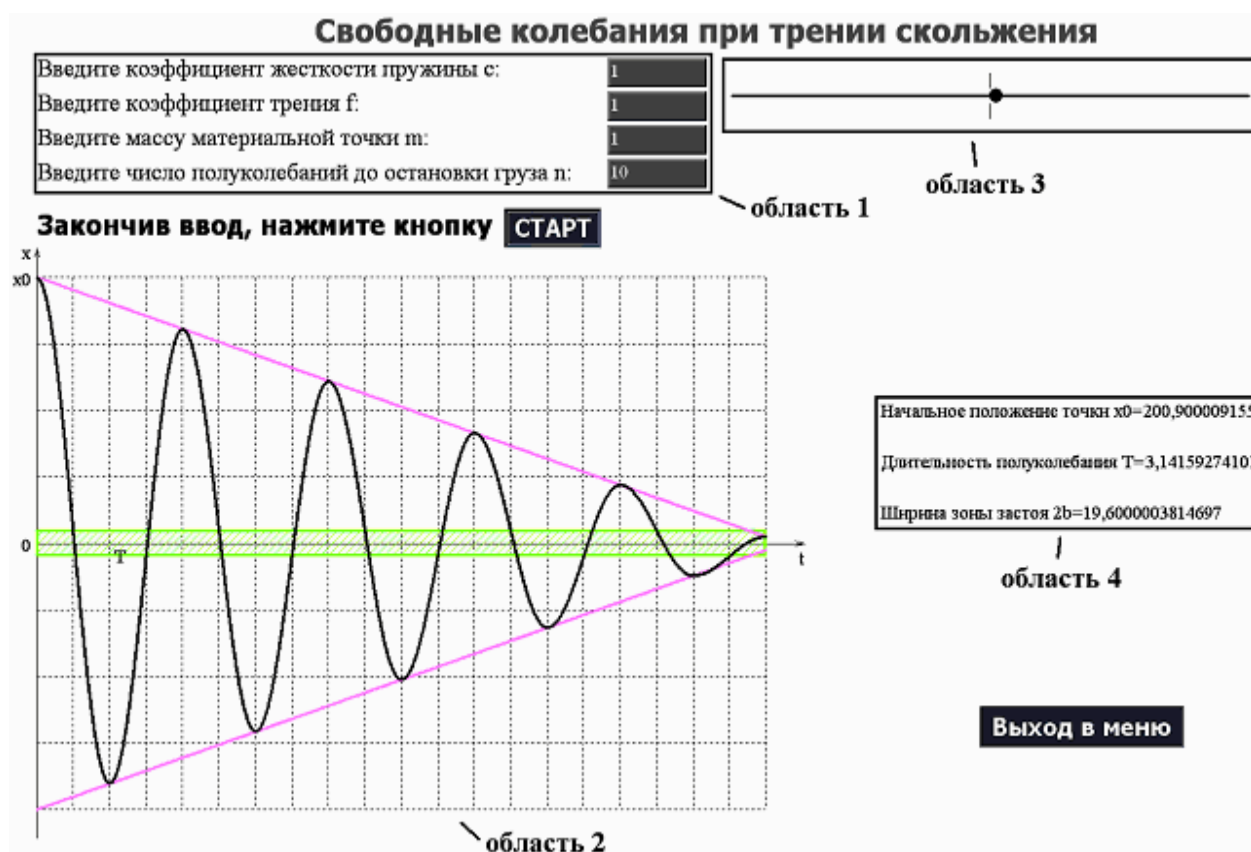


Рисунок 2 – Структура экрана в режиме выполнения задачи

Введя начальные значения, пользователь нажимает кнопку «СТАРТ». После этого начинается процесс колебаний точки относительно положения равновесия, сопровождаемый одновременным построением зависимости координаты точки от времени. Положение точки на графической модели соответствует положению точки на графике. Промежуток времени для построения зависимости $x = x(t)$ выбран таким образом, чтобы видны были характерные особенности процесса колебаний точки. После окончания данного промежутка времени построение зависимости прекращается, а колебания точки на графической модели продолжают. На экран также выводятся некоторые важные для текущего колебательного процесса числовые характеристики. Кнопка «Выход в меню» позволяет на любой стадии колебательного процесса прервать текущую задачу и вернуться в главное меню. В дальнейшем из главного меню может быть выбрана другая задача или вновь та же самая. Закрывать программу можно кнопкой закрытия окна главного меню или окна текущего колебательного процесса.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В результате выполнения магистерской диссертации разработано программное обеспечение, которое позволяющее моделировать процесс свободных прямолинейных колебаний материальной точки.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1 Зарипов О. Ш., Егорова Ю. Г. Моделирование процесса прямолинейных колебаний материальной точки // Зарипов О. Ш, Егорова Ю. Г. // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов : материалы Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 12-16 апр. 2021 г. Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2021. – 401 с.

2 Зарипов О. Ш., Моделирование процесса свободных колебаний материальной точки // Зарипов О. Ш. Моделирование процесса свободных колебаний материальной точки // Студенческий вестник: электрон. научн. журн. 2021. № 16(161). URL: <https://studvestnik.ru/journal/stud/herald/161>