

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им.
А.И. ГЕРЦЕНА»

Институт информационных технологий и технологического образования

Кафедра информационных технологий и электронного обучения

КУРСОВАЯ РАБОТА

Программное обеспечение компьютерного моделирования: анализ и возможности

Направление подготовки: «Информатика и вычислительная техника»

Руководитель:

Доктор педагогических наук, профессор

_____ Власова Е. З.

«__» _____ 2020 г.

Автор работы:

Студент 1 группы 1 подгруппы

_____ Лабырин М.С.

«__» _____ 2020 г.

Санкт-Петербург

2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
1. Основные этапы компьютерного моделирования	5
2. Программное обеспечение для компьютерного моделирования	8
2.1 Компьютерное моделирование с помощью Microsoft Excel	8
2.2 Компьютерное моделирование с помощью Maxima	12
Заключение	16
Литература	17

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире компьютерное моделирование стало обычным инструментом и применяется в механике, химии, биологии, экономике, физике, астрофизике, метеорологии, социологии и во многих других науках. Так же компьютерное моделирование широко применяется для решения прикладных задач в областях машиностроения, радиоэлектроники и проч.

Для изучения сложных систем компьютерное моделирование считается одним из самых эффективных методов. Компьютерные модели особенно удобны в тех случаях, когда реальные эксперименты проводить не представляется возможным в связи с их дороговизной, недостатком оборудования и т.п. Компьютерные модели же, в свою очередь, можно удобно исследовать с помощью вычислительных экспериментов.

Построение компьютерной модели базируется на абстрагировании от конкретной природы явлений или изучаемого объекта (оригинала) и состоит из двух этапов — сначала создание качественной, а затем и количественной модели. Чем больше значимых свойств будет выявлено и перенесено на компьютерную модель — тем более приближенной она окажется к реальной модели, тем большими возможностями сможет обладать система, использующая данную модель. Компьютерное же моделирование заключается в проведении серии вычислительных экспериментов на компьютере, целью которых является анализ, интерпретация и сопоставление результатов моделирования с реальным поведением изучаемого объекта и, при необходимости, последующее уточнение и усовершенствование модели для более точного вычисления и анализа поведения системы.

Моделирование делится на аналитическое и моделирование. При аналитическом моделировании строятся и изучаются математические модели реального объекта или процесса в виде алгебраических, дифференциальных и других уравнений. Так же аналитическое моделирование предполагает то, что с данной моделью можно провести однозначные вычисления, приводящие к точному решению. Имитационное моделирование исследует модели в виде различных алгоритмов, которые воспроизводят поведение и функционирование оригинальной системы (объекта) путём последовательного выполнения огромного количества элементарных операций.

Актуальность работы заключается в том, что компьютерное моделирование имеет ряд неоспоримых преимуществ, благодаря которым компьютерное моделирование будет всегда применяться при изучении и исследовании объектов и процессов объективного мира вокруг нас, а именно:

- Позволяет изучать явления настоящего, прошлого, будущего. Возможность моделировать такие явления, которые невозможно воспроизвести в реальных условиях.
- Возможность визуализировать объекты и процессы любой природы.
- Исследовать процессы прямо во время их совершения (неограниченное количество раз).
- Управление временем во время просмотра совершения смоделированного процесса.
- Возможность совершать многократные испытания модели, каждый раз возвращая её в нужное состояние.
- Получать разные характеристики объекта в числовом или же графическом виде.
- Находить оптимальную конструкцию объекта, не изготавливая реальных пробных экземпляров.
- Возможность проводить эксперименты безопасные как для здоровья людей, так и для природы.

1. Основные этапы компьютерного моделирования.

1. Постановка задачи и её анализ

1.1. Требуется чётко понимать цель создания модели и последующих действий с ней.

На этом этапе среди многих характеристик (параметров) объекта выделяются наиболее существенные. Один и тот же объект может иметь различные значащие свойства при разных целях моделирования. Например, при построении модели самолёта для участия в конкурсе моделей самолётов, значащими будут его аэродинамические характеристики. Для достижения нужной цели будут отыскиваться возможные решения для улучшения этих характеристик. Если же перед нами будет стоять задача по увеличению грузоподъёмности самолёта, то нас будут в первую очередь интересовать другие характеристики, и, соответственно, модель, а также методы её рассмотрения будут различаться. Таким образом происходит построение словесной модели задачи.

1.2. Нужно выяснить, какие именно исходные данные будут у модели, а также их вид и тип.

2. Построение информационной модели

2.1. Для начала нужно определить всевозможные параметры модели и также то, как они связаны между собой.

2.2. Рассмотреть все выявленные параметры и, исходя из цели создания модели, выявить самые важные из них и отсеять самые незначительные и маловажные (те, которыми можно пренебречь).

2.3. Математический описать взаимодействия различных параметров создаваемой модели.

3. Разработка компьютерной модели

3.1. Выбрать инструмент для программной реализации нужного алгоритма на компьютере.

От выбора инструмента или программной среды напрямую зависит алгоритм построения компьютерной модели и то, как именно эта модель будет выглядеть.

Одну и ту же задачу по моделированию можно решить с помощью разных программных инструментов и сред, выбор которых должен зависеть от их технических возможностей, потребления ресурсов, сложности разработки модели и т. п.

3.2. Непосредственно разработать компьютерную модель.

3.3. Проверить, подходил ли созданная модель под наши нужды и задачи путём сопоставления модели и её значащих параметров и качеств с оригиналом.

4. Проведение эксперимента.

4.1. Составить подробный план эксперимента.

4.2. Провести эксперимент, тщательно соблюдая ранее составленный план, на базе созданной компьютерной модели.

4.3. Изучить и проанализировать полученные в ходе эксперимента результаты.

4.4. Сделать выводы насчёт работоспособности созданной модели, а также её свойств.

Во время эксперимента, а также по его результатам может выясниться, что необходимо: изменить или полностью переработать план эксперимента, поскольку полученный результат не адекватен цели создания модели; выбрать иной, возможно, более экономный или подходящий способ решения поставленной задачи; усовершенствовать (оптимизировать) алгоритм получения результатов; усовершенствовать получившуюся информационную модель (убрать ненужные параметры, добавить пропущенные важные параметры и т. п.); внести изменения в саму постановку задачи.

Вышеперечисленный алгоритм можно рассмотреть на рисунке 1.



Рис 1.

2. Программное обеспечение для компьютерного моделирования

2.1 Компьютерное моделирование с помощью Microsoft Excel

Использование информационных и компьютерных технологий открывает широкие возможности прикладных аспектов научных дисциплин. Компьютерное моделирование – это фундаментальное и прикладное направление, которое используется почти во всех сферах науки и практической деятельности, оно находится на стыке различных предметных областей и компьютерной алгебры, математического моделирования и др.

Microsoft Excel – эффективное средство моделирования различных вариантов и ситуаций. Известно, что метод итераций позволяет найти приближенное решение «нерешаемых» уравнений. В среде Microsoft Excel удобно и наглядно можно менять исходные данные и наблюдать за изменениями соответствующих результатов в реальном времени, выбирая наиболее подходящий результат для решаемой задачи.

Microsoft Excel – это многофункциональный табличный процессор, включающий в себя электронные таблицы, средства визуального программирования и графический модуль, с помощью которого можно получить круговые и столбчатые диаграммы, построить графики и поверхности. Пакет Excel позволяет решить множество различных задач, связанных с нахождением производных, интегралов, численным решением дифференциальных уравнений, построением графиков и т. д.

Немного про саму структуру Microsoft Excel:



Рис 2. Структура документа в табличном процессоре

Ячейка – это место пересечения столбца и строки. Она является минимальным элементом хранения данных. Обозначение отдельной ячейки сочетает в себе номера столбца и строки, на пересечении которых она расположена (например, S5, DE234). Обозначение ячейки выполняет адресную функцию. Адреса ячеек используются при записи формул.

Блок (интервал) ячеек – группа последовательных ячеек. Интервал задаётся указанием адреса левой верхней ячейки и правой нижней разделённых символом «:» (например, A5:C20).

На вкладке «Формулы» приведена библиотека функций, из которой можно выбрать нужные функции: логические, финансовые, текстовые, автосумма и т. д.

Функции состоят из нескольких частей: названия функции и одного или нескольких аргументов. Название функции, например, СУММ, - выражает процесс, который эта функция исполняет. Аргументы задают значения или ячейки, эксплуатируемые функцией. В формуле, приведенной выше: СУММ – имя функции; B1: B5 – аргумент. Данная формула суммирует числа в ячейках B1, B2, B3, B4, B5: =СУММ (B1: B5).

Эксплуатация аргументов. При эксплуатации в функции двух и более аргументов они разделяются один от другого точкой с запятой. Вот хоть, эта формула показывает, что нужно перемножить числа в ячейках A1, A3, A6: =ПРОИЗВЕД (A1; A3; A6).

Мастер диаграмм. Эта функция, которая, опираясь на пять диалоговых окон, даёт возможность вывести всю нужную информацию для построения диаграммы или графика и выведения его на рабочий лист.

Из достоинств EXCEL стоит выделить возможность превращать абстрактные ряды и столбцы чисел в аккуратные информативные графики и диаграммы. Диаграммы – это удобный способ графического представления данных. Они дают возможность оценить имеющиеся величины лучше, чем углубленное исследование каждой ячейки рабочего листа. Диаграмма помогает найти ошибку в данных, попавшую в одну из ячеек.

Функцию можно рассматривать как модель, представляющую зависимость одной величины (переменной) от другой величины или нескольких величин (аргументов). В таких областях исследований, как бухгалтерская отчетность, экспериментальные измерения, банковская деятельность, статистические исследования и измерения и т.д. часто используется табличный способ задания функции. При данном методе один ряд данных представляется как значения аргумента, другие как значения функции. Наличие формулы функции дает преимущество, которое состоит в возможности нахождения значений функции, не содержащихся в таблице. При выборе функции должны быть рассмотрены

следующие вопросы: Выбор типа функции (линейная, показательная, логарифмическая и т. д; оценка погрешности приближения.

Пример решения задачи с помощью Microsoft Excel:

Модель колебаний пружинного маятника

Постановка задачи:

Определить характеристики гармонических колебаний пружинного маятника (амплитуду, период и частоту смещения его скорости и его ускорения) если груз имеет массу m , а коэффициент пружины равен k . Шарик, массой 0,1 кг колеблется на столе около положения равновесия в течении 10 секунд, коэффициент упругости пружины $k=0,2$, значение первоначального отклонения шарика $x_h=0,2$ м

$$x(t) = x_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right)$$

$$v(t) = x_0 \sqrt{\frac{k}{m}} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$a(t) = x_0 \frac{k}{m} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t + \pi\right)$$

Построить графики $x(t)$, $v(t)$ и $a(t)$ в одной координатной плоскости.

Решение:

- Определяем нужные нам константы в таблице (Рисунок 3)

x0	0,1
k	0,2
m	0,1
t0	0
v0	0,1
ω	0,1
ϕ	0

Рисунок 3

- Определяем нужный нам интервал времени и создаём столбец с его значениями (Рисунок 4)

t
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9

Рисунок 4

- Прописываем данные нам формулы в ячейки и высчитываем их для каждого определённого нами значения времени (Рисунок 5)

=SH\$1*cos(\$E\$2*A2)

Рисунок 5

- По полученным результатам строим график (Рисунок 6)

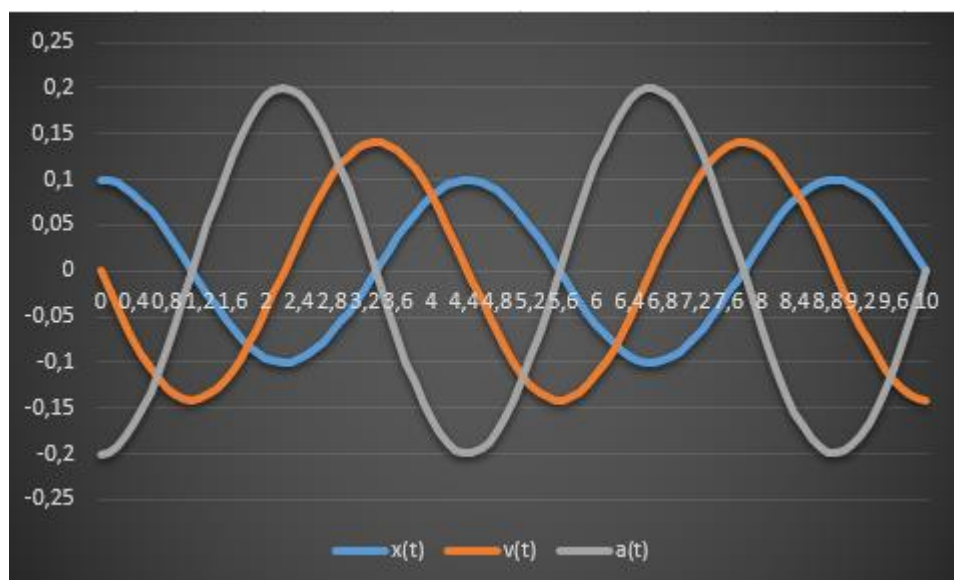


Рисунок 6

2.2 Компьютерное моделирование с помощью Maxima

Среди других СКМ пакет Maxima характеризуется тем, что является бесплатной, многоплатформенной, активно развивается, является свободно распространяемой системой с открытым кодом, не требует для работы дополнительных ресурсов компьютера, а по качеству работы ничем не уступает наиболее известным проприетарным системам Maple и Mathematica. Дистрибутив Maxima русифицирован и свободно скачивается с сайта разработчиков программы. Однако Maxima пока не имеет справки на русском языке.

Пакет Maxima создавался как мощный научный калькулятор, позволяющий легко справляться с вычислением сложных формул и функций, решением алгебраических уравнений, упрощением алгебраических уравнений, решением дифференциальных уравнений, анализом функций, построением их графиков и поиском экстремумов, численным и аналитическим дифференцированием и интегрированием и тому подобного. Благодаря совокупности таких мощных инструментов Maxima является прекрасной программой для компьютерного моделирования.

На текущий момент Maxima способна:

- использоваться как обычный калькулятор для простых вычислений;
- вычислять символьные выражения;
- упрощать символьные выражения;
- использоваться для вычисления интегралов и производных функций;

- решать системы линейных алгебраических уравнений;
- работать с матрицами и определителями;
- решать нелинейные алгебраические уравнения;
- решать системы нелинейных алгебраических уравнений;
- строить графики как в декартовых, так и в полярных координатах, различные диаграммы и гистограммы;
- создавать программы с разветвляющимися и циклическими алгоритмами, используя свой собственный язык программирования;
- решать дифференциальные уравнения;

Для демонстрации возможностей Maxima создадим выражение, которое описывает распределение Максвелла (рисунок 7)

```
(%i1) fun:4*pi*(M/2/%pi/R/T)^(3/2)*exp(-M*v^2/2/R/T)*v^2;
```

$$(\%o1) \quad \frac{2 v^2 \left(\frac{M}{RT}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{v^2 M}{2RT}}}{\sqrt{2} \sqrt{\pi}}$$

Рисунок 7

Для анализа полученных выражений в формулу распределения Максвелла подставляем только температуру (рисунок 8)

```
(%i2) fun70:fun,T=70;
```

$$(\%o2) \quad \frac{v^2 \left(\frac{M}{R}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{v^2 M}{140 R}}}{35 \sqrt{2} \sqrt{70} \sqrt{\pi}}$$

```
(%i3) fun150:fun,T=150;
```

$$(\%o3) \quad \frac{v^2 \left(\frac{M}{R}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{v^2 M}{300 R}}}{375 \sqrt{2} \sqrt{6} \sqrt{\pi}}$$

```
(%i4) fun300:fun,T=300;
```

$$(\%o4) \quad \frac{v^2 \left(\frac{M}{R}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{v^2 M}{600 R}}}{1500 \sqrt{2} \sqrt{3} \sqrt{\pi}}$$

Рисунок 8

Теперь построим графики (Рисунок 9)

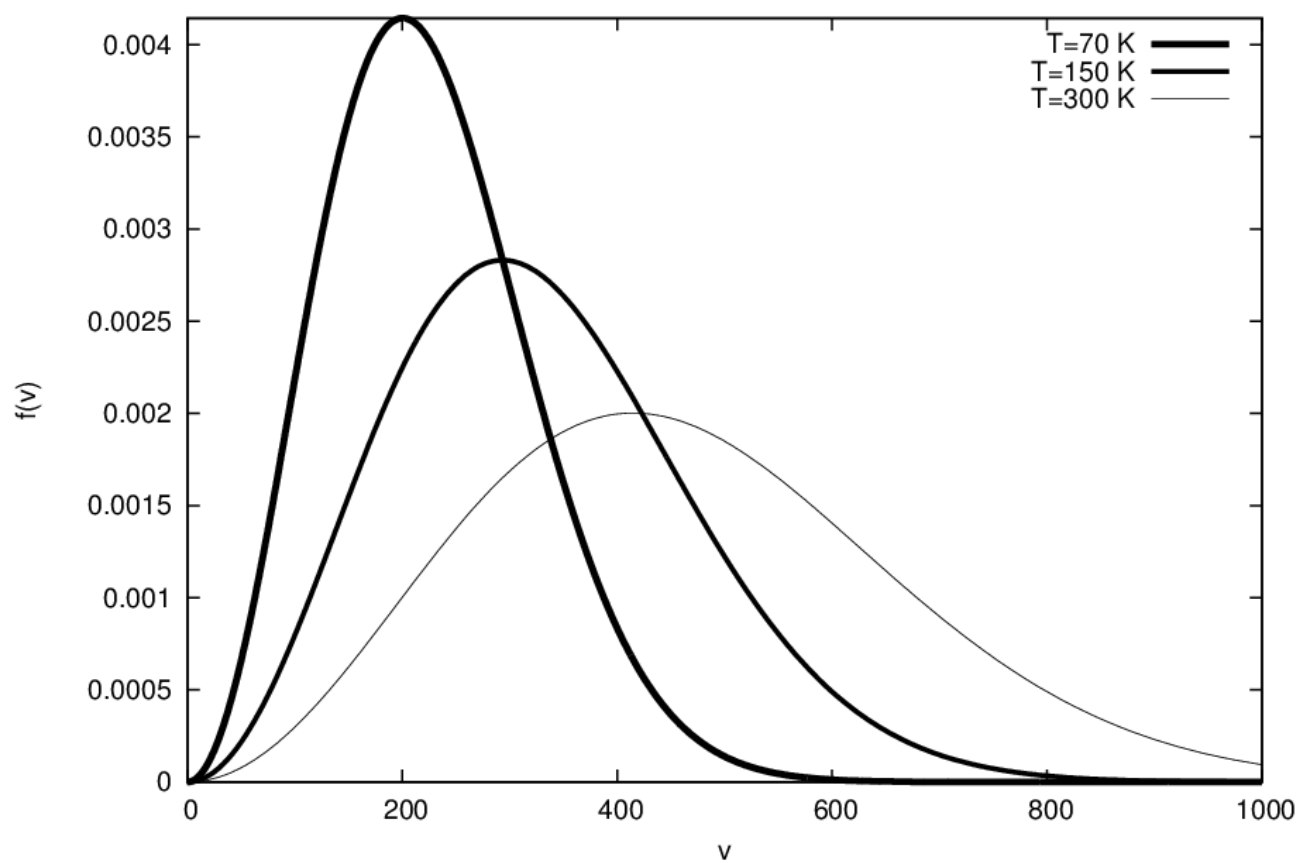


Рисунок 9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно сказать, что компьютерное моделирование – мощный и многогранный инструмент математического моделирования, значительно его упрощающий и предоставляющий целый ряд полезных функций, что повышает эффективность на всех этапах моделирования.

В курсовой работе было рассказано о Microsoft Excel и Maxima, как об одних из самых популярных программах для компьютерного моделирования, однако помимо них есть огромное количество других удобных и современных программных сред. Тем не менее большинство программ для работы с электронными таблицами сильно схожи по своей сути с Microsoft Excel, а большинство СКМ (Систем Компьютерной Математики) похожи на Maxima. Таким образом даётся общее представление о компьютерном моделировании и программном обеспечении для его реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аббасов, И.Б. Компьютерное моделирование в промышленном дизайне / И.Б. Аббасов. - М.: ДМК, 2013. - 92 с.
2. Авдеев, В. Компьютерное моделирование цифровых устройств / В. Авдеев. - М.: ДМК, 2012. - 360 с.
3. Алексеев, Д.В. Введение в компьютерное моделирование физических задач: Использование Microsoft Visual Basic / Д.В. Алексеев. - М.: Ленанд, 2019. - 272 с.
4. Алямовский, А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский. - СПб.: BHV, 2006. - 800 с.
5. Алямовский, А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский. - СПб.: BHV, 2008. - 1040 с.
6. Андреев, С.М. Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: Учебник / С.М. Андреев. - М.: Academia, 2017. - 36 с.
7. Бархатов, В.П. Компьютерное моделирование в системе Mathcad. Учебное пособие / В.П. Бархатов. - М.: Финансы и статистика, 2006. - 144 с.
8. Белов, В.В. Компьютерное моделирование и оптимизирование составов композиционных строительных материалов: Монография. / В.В. Белов. - М.: АСВ, 2015. - 264 с.
9. Белов, В.В. Компьютерное моделирование и оптимизирование составов композиционных строительных материалов: Монография / В.В. Белов. - М.: АСВ, 2015. - 264 с.