Министерство науки и образования РФ

Федеральное государственное бюджетное учреждение

высшего образования

**«Тверской государственный технический университет»**

(ТвГТУ)

Кафедра программного обеспечения

**Отчет по лабораторной работе №2**

по дисциплине: «Компьютерные системы моделирования»

Тема: «Аналитическое моделирование. Физическое компьютерное моделирование»

|  |
| --- |
| Выполнил:  студент группы  Б.ПИН.РИС-22.06  Соболев Р.В. |
| Проверила:  старший преподаватель кафедры ПО  Корнеева Е.И. |

Тверь 2025

**Теория к задаче.**

Аналитическое моделирование представляет собой метод описания поведения системы с помощью математических выражений. Его ключевые особенности включают:

1. **Математическая база**: Основано на применении формул и уравнений, точно описывающих процессы в системе. Например, в механике используются законы Ньютона, а в термодинамике — различные уравнения состояния.
2. **Решение уравнений**: Часто требует работы с дифференциальными уравнениями, выполнением интегрирования и другими математическими процедурами для получения результата.
3. **Области применения**: Используется там, где можно точно математически сформулировать процессы — в физике, инженерии, экономике и других науках.
4. **Преимущества**:
   * Обеспечивает высокую точность при правильном моделировании.
   * Подходит для получения точных решений в относительно простых системах.
   * Позволяет прогнозировать поведение систем при разных условиях.
5. **Ограничения**:
   * Сложно применять для сложных или нелинейных систем.
   * Неэффективно для описания процессов с сильной неопределённостью или случайным характером.

▎Физическое компьютерное моделирование

Физическое или численное моделирование — это метод, при котором поведение системы воспроизводится с помощью вычислительных алгоритмов. Его основные черты:

1. **Численные методы**: Использует подходы вроде метода конечных разностей, метода конечных элементов и другие вычислительные алгоритмы.
2. **Имитация системы**: Создаётся виртуальная модель, с помощью которой можно проводить эксперименты и анализировать динамику поведения системы.
3. **Области применения**: Особенно эффективно в тех случаях, когда аналитическое описание невозможно — например, в климатологии, биомедицине, сложных инженерных задачах и других научных областях.
4. **Плюсы**:
   * Позволяет моделировать системы с высокой сложностью.
   * Легко адаптируется под разные условия и параметры.
   * Даёт возможность визуализировать результаты и отслеживать процессы в реальном времени.
5. **Минусы**:
   * Может требовать мощных вычислительных ресурсов.
   * Возможны численные погрешности, снижающие точность.
   * Необходима тщательная настройка модели и проверка достоверности результатов.

▎Сравнение

* **Точность**: Аналитические методы дают точные результаты при работе с простыми системами, тогда как численные методы лучше подходят для сложных или нестандартных задач.
* **Сложность в освоении**: для аналитического моделирования требуется уверенное владение математическим аппаратом, а для численного — знание алгоритмов, численных методов и навыки программирования.
* **Гибкость**: Физическое моделирование проще адаптировать под новые условия, тогда как аналитическую модель часто приходится перерабатывать при изменении исходных параметров.

**Задача 1.**

Шар, сделанный из серебра радиуса r = 0,2 м падает в глицерине, встречая силу сопротивления, пропорциональную скорости. Найти изменение скорости и высоты падения при изменении времени. Построить графики зависимости скорости и высоты от времени.  
**Математическая модель задачи**

1. Определение параметров:

• Радиус шара r = 0.2 м .

• Плотность серебра ρs = 10500 кг/м³ .

• Плотность глицерина ρ\_g = 1260 кг/м³ .

• Ускорение свободного падения g = 9.81 м/с² .

• Коэффициент сопротивления k = 0.5 .

2. Вычисление объема и массы шара:

• Объем шара вычисляется по формуле:

V = 4 / 3 π r³

• Масса шара определяется как:

m = ρₐ ⋅ V

3. Временные параметры:

• Задается максимальное время падения tₘₐₓ = 10 с и шаг интегрирования dt = 0.1 с .

• Создается массив временных значений от 0 до tₘₐₓ с заданным шагом.

4. Начальные условия:

• Начальная скорость v(0) = 0 м/с (шар начинает падать с покоя).

• Начальная высота h(0) = 0 м.

5. Численное интегрирование:

• Для каждого временного шага рассчитывается сила Архимеда FA = ρg V g , которая действует на шар.

Изменение скорости dv рассчитывается по формуле:

dv = (g - k / m v[i-1] - F\_A / m) dt

• Обновляется скорость:

v[i] = v[i-1] + dv

• Высота обновляется с учетом текущей скорости:

h[i] = h[i-1] + v[i-1] dt

6. Построение графиков:

• График зависимости скорости от времени отображает, как скорость шара изменяется в процессе падения.

• График зависимости высоты от времени показывает, как высота шара изменяется по мере его падения.

Вывод значений в таблицу

Для более наглядного представления результатов можно создать таблицу, которая будет содержать значения времени, скорости и высоты для каждого временного шага. Это поможет проанализировать изменения в движении шара более детально.

**Реализация задачи в табличном редакторе Excel.**

**Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Параллельный, линия

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.**

**Реализация задачи на Python.**

Схема программы

Программа моделирует падение алюминиевого шара в глицерине, учитывая силы, действующие на шар, и визуализирует результаты в виде графиков зависимости скорости и высоты от времени.

**Псевдокод:**

1. Задать параметры:

- радиус r

- плотность алюминия ρа

- плотность глицерина ρг

- ускорение свободного падения g

- коэффициент сопротивления k

2. Вычислить объем V и массу m шара.

3. Задать временные параметры:

- максимальное время t\_max

- шаг dt

4. Инициализировать массивы для времени, скорости и высоты.

5. Для каждого временного шага:

- Вычислить силу Архимеда FА

- Обновить скорость v[i]

- Обновить высоту h[i]

6. Построить графики зависимости скорости и высоты от времени.

7. Завершить программу.

**Листинг кода с пояснением:**

*import* numpy *as* np

*import* matplotlib.pyplot *as* plt

r = 0.2

ρs = 10500

ρг = 1260

g = 9.81

mu = 1480

k = 6 \* np.pi \* mu \* r

V = (4/3) \* np.pi \* r\*\*3

m = ρs \* V

t\_max = 1

dt = 0.02

time = np.arange(0, t\_max, dt)

v = np.zeros\_like(time)

h = np.zeros\_like(time)

*for* i *in* range(1, len(time)):

    FА = ρг \* V \* g

    dv = (g - (k/m) \* v[i-1] - FА / m) \* dt

    v[i] = v[i-1] + dv

    h[i] = h[i-1] + v[i-1] \* dt

plt.figure(*figsize*=(12, 6))

plt.subplot(2, 1, 1)

plt.plot(time, v)

plt.xlabel('Время (с)')

plt.ylabel('Скорость (м/с)')

plt.title('График изменения скорости')

plt.grid()

plt.subplot(2, 1, 2)

plt.plot(time, h)

plt.xlabel('Время (с)')

plt.ylabel('Высота (м)')

plt.title('График изменения высоты')

plt.grid()

plt.tight\_layout()

plt.show()

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, График

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

**Выводы**

Программа успешно реализует модель падения алюминиевого шара в глицерине с учетом всех заданных параметров. Графики зависимости скорости и высоты от времени соответствуют ожидаемым результатам.