МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А. И. ГЕРЦЕНА»



**Курсовая работа**

«Моделирование прыжка с парашютом»

Обучающегося 2 курса

очной формы обучения

направление подготовки:

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

направленность (профиль):

Технологии разработки программного обеспечения

Волжанин Александр Павлович

Руководитель курсовой работы:

Доктор педагогических наук, профессор

Власова Елена Зотиковна

Санкт-Петербург

2024

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ……………………………………………………………...3

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ…………...…………………………………………………....4

ЗАДАНИЕ 1……………………………………………………………..5  
ЗАДАНИЕ 2……………………………………………………………..7  
ЗАДАНИЕ 3……………………………………………………………..9

**ВВЕДЕНИЕ**

Моделирование прыжка с парашютом играет важную роль в изучении и оптимизации этого процесса. Оно позволяет анализировать различные аспекты прыжка, такие как траектория падения, скорость, влияние атмосферных условий и действие парашюта на движение. Такие исследования помогают улучшить безопасность прыжков, разработать более эффективные обучающие программы и создать новые технологии и оборудование для парашютного спорта.

Анализ моделирования прыжка с парашютом имеет важное значение не только для понимания физических аспектов этого процесса, но и для развития парашютного спорта в целом. Полученные результаты могут быть использованы для улучшения тренировочных программ, повышения безопасности прыжков и создания новых технологий, способствующих развитию данной области спорта.

Постановка задачи: человек совершает прыжок с парашюта с некоторой высоты; требуется построить математическую модель, описывающую процесс спуска парашютиста; с помощью модели исследовать зависимости высоты и скорости парашютиста от времен, а также ответить на ряд практических вопросов.

**Математическая (теоретическая) модель:**



, где

*– плотность воздуха (t=20˚, p = 105Па)*

*S – площадь поперечного сечения*

*– коэффициент обтекаемости (*

, где – время, в которое раскрыли парашют

**Задание 1:**

Построить зависимости координаты и скорости парашютиста от времени при прыжке с высоты 1 км при разных временах открытия парашюта (3 с, **5 с**, 10 с).

***Текст программы:***

from matplotlib import pyplot as plt

import numpy as np

g = 9.81

m0 = 70

mp = 15

m = m0+mp

r = 0.3

S0 = np.pi\*r\*\*2

R = 5

S1 = np.pi\*R\*\*2

ro = 1.3

Cx0 = 0.5

Cx1 = 1.28

k0 = Cx0\*ro\*S0/2

k1 = Cx1\*ro\*S1/2

H = 3000

tr = 38

v0 = 0

T = 500

N = 20000

dt = T/N

y = np.zeros(N)

v = np.zeros(N)

t = np.zeros(N)

y[0] = H

v[0] = v0

t[0] = 0

k = k0

for i in range(N-1):

if t[i]>=tr:

k = k1

y[i+1] = y[i]+v[i]\*dt

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

if y[i+1]<0:

break

t[i+1] = t[i]+dt

plt.title("v = v(t)")

plt.xlabel('t,c', fontsize=14)

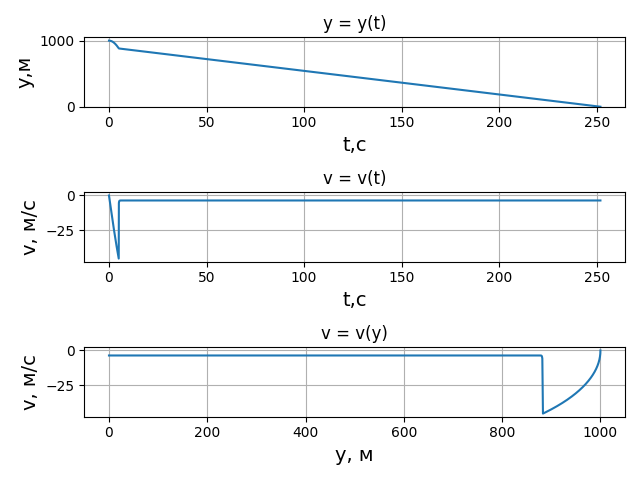
plt.ylabel('v, м/с', fontsize=14)

plt.plot(t[:i], v[:i])

plt.grid(linewidth = '1')

plt.show()

***Результат работы программы:***



***Анализ полученных результатов:***

Исходя из данных построенного графика можно сделать вывод, что до раскрытия парашюта человек будет падать с ускорением, практически сразу после раскрытия парашюта скорость падения станет постоянной, что обеспечит человеку безопасный для его жизни спуск с большой высоты.

Задание 2:

Определить максимальное время свободного падения (время до раскрытия парашюта) при прыжке с высоты 3 км, при котором обеспечивается безопасное приземление (скорость приземления <10 м/с).

Текст программы:

from matplotlib import pyplot as plt

import numpy as np

g = 9.81

m0 = 70

mp = 15

m = m0+mp

r = 0.3

S0 = np.pi\*r\*\*2

R = 5

S1 = np.pi\*R\*\*2

ro = 1.3

Cx0 = 0.5

Cx1 = 1.28

k0 = Cx0\*ro\*S0/2

k1 = Cx1\*ro\*S1/2

H = 3000

tr = 38

v0 = 0

T = 500

N = 20000

dt = T/N

y = np.zeros(N)

v = np.zeros(N)

t = np.zeros(N)

y[0] = H

v[0] = v0

t[0] = 0

k = k0

for i in range(N-1):

if t[i]>=tr:

k = k1

y[i+1] = y[i]+v[i]\*dt

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

if y[i+1]<0:

break

t[i+1] = t[i]+dt

plt.title("v = v(t)")

plt.xlabel('t,c', fontsize=14)

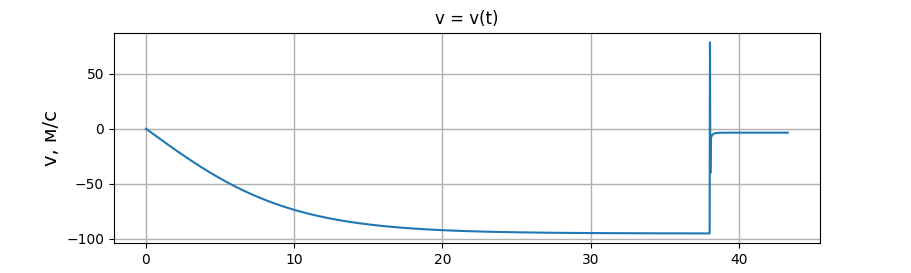
plt.ylabel('v, м/с', fontsize=14)

plt.plot(t[:i], v[:i])

plt.grid(linewidth = '1')

plt.show()

Результат работы программы:



Анализ полученных результатов:

Исходя из данных построенного графика можно сделать вывод, что максимально допустимое время полёта до момента «окончательного» открытия парашюта – 38 секунд. Однако, данная модель не учитывает тот фактор, что во время открытия скорость падения изменится более чем на 150 , что окажется смертельным для парашютиста.

Задание 3:

Определить минимальную высоту, с которой можно совершить прыжок, если парашют раскрывается через 3 сек после прыжка. Безопасной скоростью в момент соприкосновения с поверхностью земли будем считать менее 10

Текст программы:

from matplotlib import pyplot as plt

import numpy as np

g = 9.8

m0 = 70

mp = 15

m = m0+mp

r = 0.3

S0 = np.pi\*r\*\*2

R = 5

S1 = np.pi\*R\*\*2

ro = 1.3

Cx0 = 0.5

Cx1 = 1.28

k0 = Cx0\*ro\*S0/2

k1 = Cx1\*ro\*S1/2

H = 46

tr = 3

v0 = 0

T = 500

N = 20000

dt = T/N

y = np.zeros(N)

v = np.zeros(N)

t = np.zeros(N)

y[0] = H

v[0] = v0

t[0] = 0

k = k0

for i in range(N-1):

if t[i]>=tr:

k = k1

y[i+1] = y[i]+v[i]\*dt

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

if y[i+1]<0:

break

t[i+1] = t[i]+dt

plt.title("v = v(y)")

plt.xlabel('y, м', fontsize=14)

plt.ylabel('v, м/с', fontsize=14)

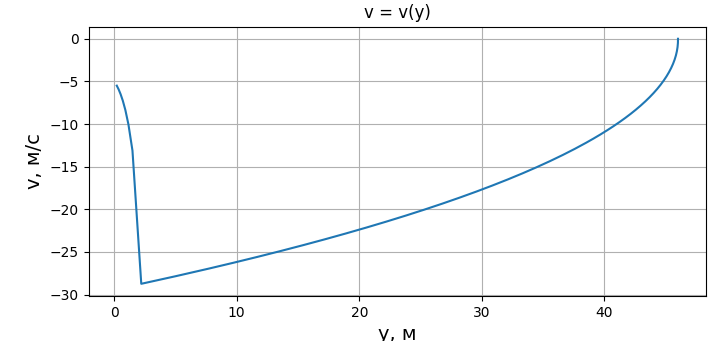
plt.plot(y[:i], v[:i])

plt.grid()

plt.tight\_layout()

plt.show()

Результат работы программы:

******

Анализ полученных результатов:

Исходя из данных построенного графика можно сделать вывод, что минимальной безопасной высотой прыжка будет являться 46 метров, так как прыжок с такой высоты обеспечит скорость около 5 – 6 у поверхности земли, что является безопасной скоростью для «мягкой» посадки человека.