ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ОТЧЕТ

О ВЫПЛОНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

«АНИМАЦИЯ ТОЧКИ»

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»

ВАРИАНТ ЗАДАНИЯ №30

Выполнил(а) студент группы М8О-208Б-20

Ханнанов Руслан Маратович_____
подпись, дата

Проверил и принял

Доцент каф. 802, Чекина Е.А._____
подпись, дата

с оценкой _____

Москва, 2021

Вариант № «30»

Задание:

Построить заданную траекторию и анимацию движения точки, а также отобразить стрелки скорости и ускорения.

Закон движения точки:

```
q = 5 * t
r = 1 - sp.sin(t)


x = r * sp.cos(q)
y = r * sp.sin(q)
```

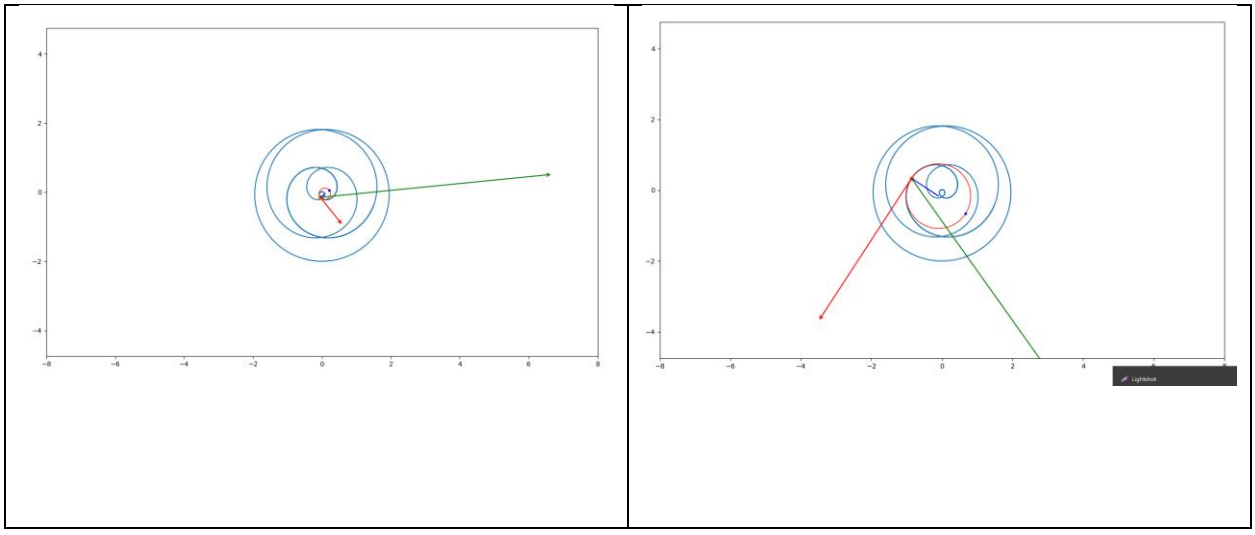
Текст программы

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import math
from matplotlib.animation import FuncAnimation
import sympy as sp

t = sp.Symbol('t')
R = 4
Omega = 1

q = 5 * t
r = 1 - sp.sin(t)

#x = R * (Omega * t - sp.sin(Omega * t))
#y = R * (1 - sp.cos(Omega * t))

x = r * sp.cos(q)
y = r * sp.sin(q)

Vx = sp.diff(x, t)
Vy = sp.diff(y, t)

Wx = sp.diff(Vx, t)
Wy = sp.diff(Vy, t)

T = np.linspace(1, 10, 1000)

X = np.zeros_like(T)
Y = np.zeros_like(T)

VX = np.zeros_like(T)
VY = np.zeros_like(T)

WN = np.zeros_like(T)
RO = np.zeros_like(T)

WX = np.zeros_like(T)
WY = np.zeros_like(T)

CIRCLE_POINT_X = np.zeros_like(T)
CIRCLE_POINT_Y = np.zeros_like(T)

sub_1 = np.zeros_like(T)
```

```
sub_2 = np.zeros_like(T)

for i in np.arange(len(T)):
    X[i] = sp.Subs(x, t, T[i])
    Y[i] = sp.Subs(y, t, T[i])

    VX[i] = sp.Subs(Vx, t, T[i])
    VY[i] = sp.Subs(Vy, t, T[i])

    WX[i] = sp.Subs(Wx, t, T[i])
    WY[i] = sp.Subs(Wy, t, T[i])

    sub_1[i] = (X[i] + VX[i]) * (Y[i] + VY[i] + WY[i]) - (X[i] + VX[i] + WX[i]) *
(Y[i] + VY[i])
    sub_2[i] = (X[i] + VX[i]) * (X[i] + VX[i] + WX[i]) + (Y[i] + VY[i]) * (Y[i] +
VY[i] + WY[i])

    # aplha = atan2(x1 * y2 - x2 * y1, x1 * x2 + y1 * y2) Формула из скалярного и
векторного произведений векторов
    WN[i] = math.sqrt(WX[i] ** 2 + WY[i] ** 2) * math.sin(math.atan2(sub_1[i],
sub_2[i]))
    RO[i] = (VX[i] ** 2 + VY[i] ** 2) / WN[i]

    CIRCLE_POINT_X[i] = (2 * RO[i] * -VY[i]) / math.sqrt(VY[i]**2 + VX[i]**2)
    CIRCLE_POINT_Y[i] = (2 * RO[i] * (VX[i])) / math.sqrt(VY[i]**2 + VX[i]**2)


fig = plt.figure()
ax1 = fig.add_subplot(1, 1, 1)
ax1.axis('equal')
ax1.set(xlim=[-R * 2, 2 * R], ylim=[-R * 2, 2 * R])
ax1.plot(X, Y)
P, = ax1.plot(X[0], Y[0], marker='o')


P_circle, = ax1.plot(CIRCLE_POINT_X[0], CIRCLE_POINT_Y[0], 'b', marker='o', markersize
= 3)


Vline, = ax1.plot([X[0], X[0] + VX[0]], [Y[0], Y[0] + VY[0]], 'r')

Wline, = ax1.plot([X[0], X[0] + VX[0] + WX[0]], [Y[0], Y[0] + VY[0] + WY[0]], 'g')

Rline, = ax1.plot([X[0], (2*X[0] + CIRCLE_POINT_X[0]) / 2], [Y[0], (2*Y[0] +
CIRCLE_POINT_Y[0]) / 2], 'b')


def Rot2D(X, Y, Alpha):
    RX = X * np.cos(Alpha) - Y * np.sin(Alpha)
    RY = X * np.sin(Alpha) + Y * np.cos(Alpha)
    return RX, RY


ArrowX = np.array([-0.02 * R, 0, -0.02 * R])
ArrowY = np.array([0.01 * R, 0, -0.01 * R])
RArrowX, RArrowY = Rot2D(ArrowX, ArrowY, math.atan2(VY[0], VX[0]))
VArrow, = ax1.plot(RArrowX + X[0] + VX[0], RArrowY + Y[0] + VY[0], 'r')

ArrowX_2 = np.array([-0.02 * R, 0, -0.02 * R])
ArrowY_2 = np.array([0.01 * R, 0, -0.01 * R])
RArrowX_2, RArrowY_2 = Rot2D(ArrowX_2, ArrowY_2, math.atan2(VY[0] + WY[0], VX[0] +
WX[0]))
VArrow_2, = ax1.plot(RArrowX_2 + X[0] + VX[0] + WX[0], RArrowY_2 + Y[0] + VY[0] +
WY[0], 'g')

def anima(j):  # анимация движения стрелочки
    P.set_data(X[j], Y[j])

    P_circle.set_data(X[j] + CIRCLE_POINT_X[j], Y[j] + CIRCLE_POINT_Y[j])

    Vline.set_data([X[j], X[j] + VX[j]], [Y[j], Y[j] + VY[j]])
```

```
    Wline.set_data([X[j], X[j] + VX[j] + WX[j]], [Y[j], Y[j] + VY[j] + WY[j]])

    Rline.set_data([X[j], (2*X[j] + CIRCLE_POINT_X[j]) / 2], [Y[j], (2*Y[j] +
CIRCLE_POINT_Y[j]) / 2])

    RArrowX, RArrowY = Rot2D(ArrowX, ArrowY, math.atan2(VY[j], VX[j]))

    RArrowX_2, RArrowY_2 = Rot2D(ArrowX_2, ArrowY_2, math.atan2(VY[j] + WY[j], VX[j] +
WX[j]))

    VArrow.set_data(RArrowX + X[j] + VX[j], RArrowY + Y[j] + VY[j])

    VArrow_2.set_data(RArrowX_2 + X[j] + VX[j] + WX[j], RArrowY_2 + Y[j] + VY[j] +
WY[j])

    circle1 = plt.Circle(((2*X[j] + CIRCLE_POINT_X[j]) / 2, (2*Y[j] +
CIRCLE_POINT_Y[j]) / 2), RO[j], color='r', fill=False)
    ax1.add_artist(circle1)

    return P, Vline, VArrow, VArrow_2, Wline, P_circle, circle1, Rline


anim = FuncAnimation(fig, anima, frames=1000, interval=50, blit=True)
plt.show()
```

Результат работы программы:



Вывод программы:

Функция зависимости координаты X точки от времени:

$x(t) = (1 - \sin(t))*\cos(5*t)$

Функция зависимости координаты У точки от времени:

y(t) = (1 - sin(t))*sin(5*t)

Функция зависимости скорости точки по координате X от времени:

Vx(t) = -5*(1 - sin(t))*sin(5*t) - cos(t)*cos(5*t)

Функция зависимости скорости точки по координате У от времени:

Vy(t) = 5*(1 - sin(t))*cos(5*t) - sin(5*t)*cos(t)

Функция зависимости ускорения точки по координате X от времени:

Wx(t) = 5*(5*sin(t) - 5)*cos(5*t) + sin(t)*cos(5*t) + 10*sin(5*t)*cos(t)

Функция зависимости ускорения точки по координате У от времени:

Wy(t) = -5*(5 - 5*sin(t))*sin(5*t) + sin(t)*sin(5*t) - 10*cos(t)*cos(5*t)

Вывод:

Благодаря данной лабораторной работе я познакомился с моделированием движения точки с помощью языка программирования Python с помощью следующих модулей: matplotlib – для отрисовки изображения и анимации, numpy – для более удобной работы с массивам, sympy – для символьных вычислений(нахождения производных функций). С помощью вышеперечисленных инструментов, я отрисовал движение точки, заданное в полярных координатах, векторы её скорости, ускорения и радиус кривизны.