

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П. О. СУХОГО

Машиностроительный факультет

Кафедра «Информатика»

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 1

по дисциплине **«Информационные технологии»**

на тему: **«Решение прикладных задач в СКМ»**

Выполнил: студент гр. ТМ-21
Ковтунов Н.Е.

Принял: преподаватель
Т.А. Трохова

Дата сдачи отчета: _____

Дата допуска к защите: _____

Дата защиты: _____

Гомель 2022

Цель работы: Получить навыки работы с дискретными переменными и с графической информацией системы Mathcad, научиться строить и форматировать двумерные графики кусочнонепрерывных функций, заданных программными фрагментами.

Ход выполнения лабораторной работы

Приложение 1.

Исследование модели работа-манипулятора

1) Рассчитать координаты траектории движения захвата манипулятора С (ХС и YC), построить график движения захвата манипулятора на плоскости

2) Исследовать модель манипулятора, для чего определить:

- максимальное значение координаты Y захвата манипулятора;
- значение координаты X, при котором координата Y захвата манипулятора максимальна;
- значение времени, при котором координата Y захвата манипулятора максимальна;
- определить время подъема захвата манипулятора на высоту H, значение которой задать самостоятельно. Дать графическую интерпретацию результатов исследования.

Исходными данными для построения модели являются:

- АВ – длина звена АВ;
- АС – длина звена АС;
- ОА – длина звена ОА;
- вид функции закона движения ползуна, заданный аналитически;
- вид функции закона движения руки АС, заданный аналитически;
- Тк – конечное значение времени для исследования модели манипулятора.

Таблица 1.1 - Варианты исходных данных

№	АВ (см)	ОА (см)	АС (см)	Тк (с)	S0	Vb	Ψ0	ω
6	96	82	51	1.05	1.15	0.82	0.51	2.3

Описание математической модели манипулятора

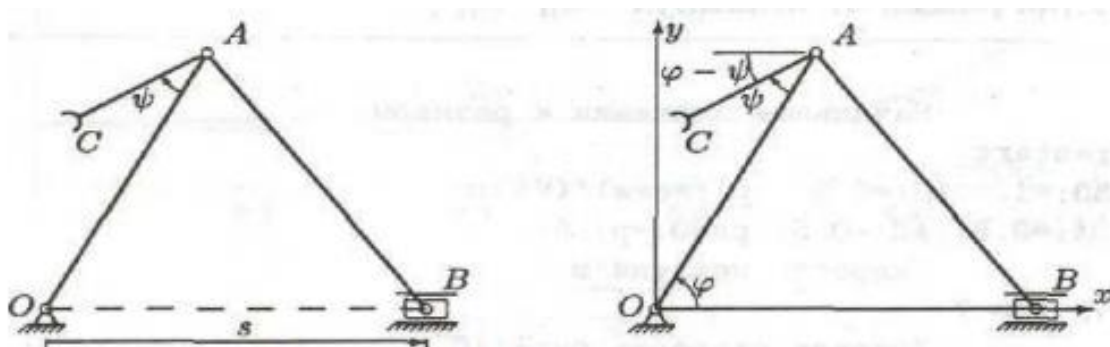


Рисунок 1.1 – Схема манипулятора

Механизм манипулятора (рисунок 1.1) приводится в движение двумя независимыми приводами. Задан закон движения ползуна:

$$S1(t) = S0 - Vb \cdot t$$

Закон движения руки AC относительно кривошипа OA имеет вид:

$$\Psi(t) = \Psi0 + \omega \cdot t$$

Координаты шарнира A вычисляются по формулам:

$$XA = OA \cdot \cos \varphi \quad YA = OA \cdot \sin \varphi,$$

где угол φ в зависимости от времени вычисляется по формуле:

$$\varphi(t) = \arccos \left(\frac{-AB^2 + S1(t)^2 + OA^2}{2 \cdot OA \cdot S1(t)} \right)$$

Координаты захвата вычисляются по формулам:

$$XC = XA - AC \cdot \cos(\varphi - \psi) \quad YC = YA - AC \cdot \sin(\varphi - \psi)$$

Выполнение задания:

$$AB := 0.96$$

$$OA := 0.82$$

$$AC := 0.51$$

$$t := 0, 0.01 \dots 1.05$$

$$S0 := 1.15 \quad \omega := 2.3$$

$$Vb := 0.86$$

$$\Psi0 := 0.51$$

Закон движения ползуна:

$$S1(t) := S0 - Vb \cdot t$$

Закон движения руки AC относительно кривошипа OA:

$$\Psi(t) := \Psi0 + \omega \cdot t$$

угол φ в зависимости от времени:

$$\varphi(t) := \arccos\left(\frac{-AB^2 + S1(t)^2 + OA^2}{2 \cdot OA \cdot S1(t)}\right) \quad \varphi(0) = 0.965$$

Координаты шарнира A:

$$XA(t) := OA \cdot \cos(\varphi(t)) \quad YA(t) := OA \cdot \sin(\varphi(t))$$

Координаты захвата:

$$XC(t) := XA(t) - AC \cdot \cos(\varphi(t) - \Psi(t)) \quad YC(t) := YA(t) - AC \cdot \sin(\varphi(t) - \Psi(t))$$

$$tmax := \left(\begin{array}{l} YCmax \leftarrow YC(0) \\ tm \leftarrow 0 \\ \text{for } t \in 0, 0.01 \dots 1.05 \\ \quad \text{if } YC(t) > YCmax \\ \quad \quad \left| \begin{array}{l} YCmax \leftarrow YC(t) \\ tmax \leftarrow t \end{array} \right. \\ tmax \end{array} \right)$$

$$tmax = 0.92$$

$$XCmax := XC(tmax)$$

$$XCmax = -0.505$$

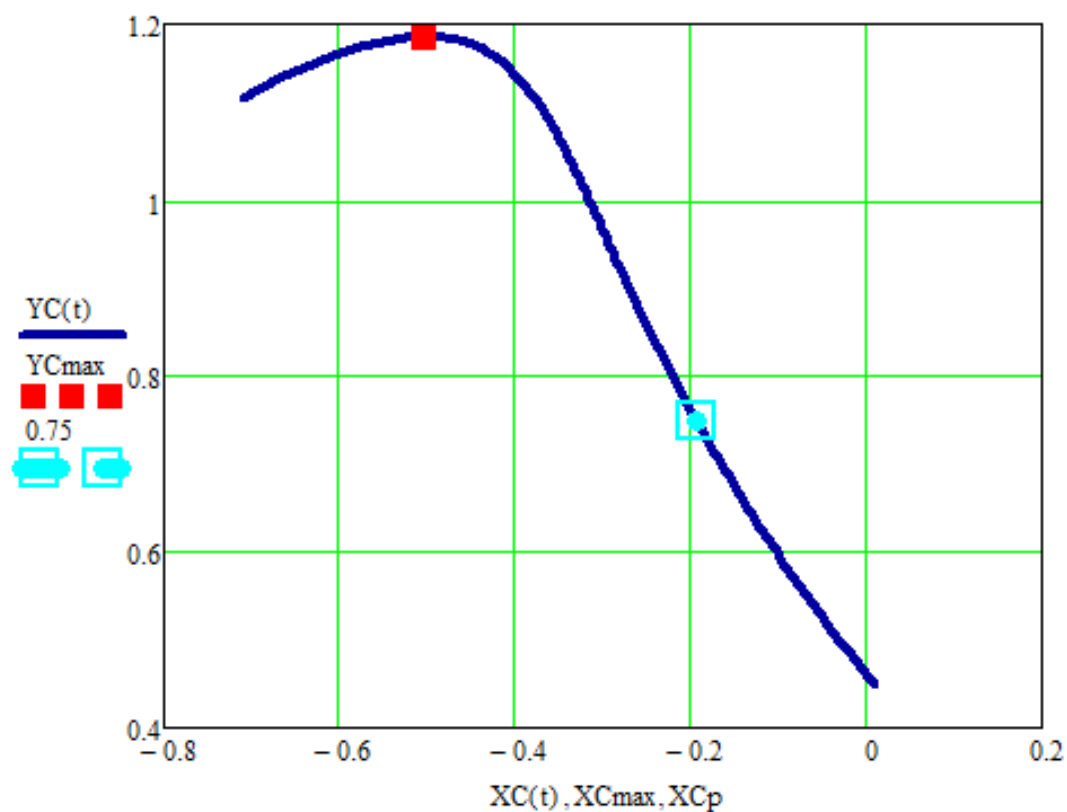
$$YCmax := YC(tmax)$$

$$YCmax = 1.185$$

$$t1 := 0$$

$$tp := \text{root}(YC(t1) - 0.75, t1)$$

$$tp = 0.284$$

$$XCp := XC(tp)$$


Движение манипулятора

Приложение 2.

Исследование модели кулачкового механизма

Дан кулачковый механизм, закон изменения аналога ускорения толкателя которого приведен на рисунке 1.

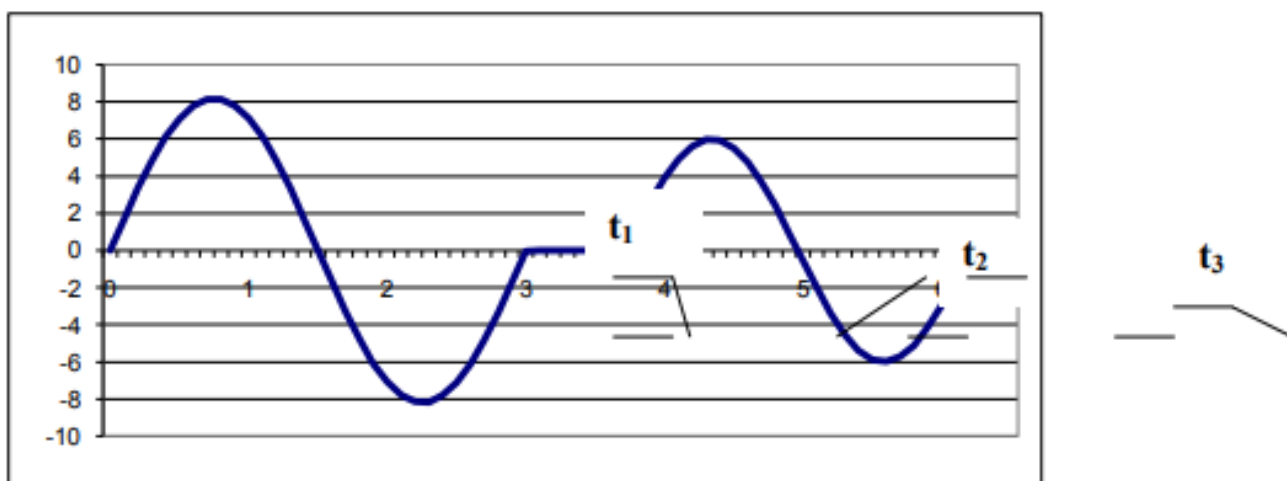


Рисунок 1 - Закон изменения аналога ускорения толкателя

1)Вычислить множество значений функции аналога ускорения толкателя кулачкового механизма, если время t изменяется от t_n до t_k с шагом Δt , значения этих переменных нужно выбрать самостоятельно. Исходные данные, необходимые для расчетов выбираются из таблицы.

$$S(t) = \begin{cases} a_1 \sin(b_1 \omega_0 t) & \text{нпу } 0 \leq t < t_1 \\ 0 & \text{нпу } t_1 \leq t < t_2 \\ -a_2 \sin(b_2 \omega_0 t) & \text{нпу } t_2 \leq t < t_3 \\ 0 & \text{нпу } t_3 \leq t < \frac{2\pi}{\omega_0} \end{cases}$$

$$t_1 = \frac{2\pi}{b_1 \omega_0} \quad t_2 = \frac{\varphi_2}{\omega_0} \quad t_3 = t_2 + \frac{2\pi}{b_2 \omega_0}$$

$$b_1 = \frac{2\pi}{\varphi_1} \quad b_2 = \frac{2\pi}{\varphi_3 - \varphi_2}$$

Исходные данные

№ варианта	Параметры закона S					
	φ_1	φ_2	φ_3	a_1	a_2	ω_0
8	1.82	3.45	5.44	9.0	7.5	1.256

2) Построить график полученной функции закона изменения аналога ускорения толкателя в зависимости от времени.

3) Вычислить время, при котором функция аналога ускорения достигает минимума и максимума, отметить точки минимума и максимума фоновыми линиями на графике.

Выполнение задания:

$$a1 := 9 \quad a2 := 7.5$$

$$\varphi1 := 1.82 \quad \varphi2 := 3.45 \quad \varphi3 := 5.44$$

$$b1 := \frac{2\pi}{\varphi1}$$

$$b2 := \frac{2\pi}{\varphi3 - \varphi2}$$

$$\omega0 := 1.256$$

$$t1 := \frac{2\pi}{b1 \cdot \omega0}$$

$$t2 := \frac{\varphi2}{\omega0}$$

$$t3 := t2 + \frac{2\pi}{b2 \cdot \omega0}$$

$$t1 = 1.449$$

$$t2 = 2.747$$

$$t3 = 4.331$$

$$t := 0, 0.01 \dots \frac{2\pi}{\omega0}$$

$$S(t) := \begin{cases} a1 \cdot \sin(b1 \cdot \omega0 \cdot t) & \text{if } 0 \leq t < t1 \\ 0 & \text{if } t1 \leq t < t2 \\ (-a2 \cdot \sin(b2 \cdot \omega0 \cdot t)) & \text{if } t2 \leq t < t3 \\ 0 & \text{if } t3 \leq t < \frac{2\pi}{\omega0} \end{cases}$$

$$S(t) := \begin{cases} a1 \cdot \sin(b1 \cdot \omega0 \cdot t) & \text{if } 0 \leq t < t1 \\ 0 & \text{if } t1 \leq t < t2 \\ (-a2 \cdot \sin(b2 \cdot \omega0 \cdot t)) & \text{if } t2 \leq t < t3 \\ 0 & \text{if } t3 \leq t < \frac{2\pi}{\omega0} \end{cases}$$

```

tmax :=
  Smax ← S(0)
  tm ← 0
  for t ∈ 0, 0.01 ..  $\frac{2\pi}{\omega0}$ 
    if S(t) > Smax
      Smax ← S(t)
      tmax ← t
  tmax

```

$$tmax = 0.36$$

$$Smax := S(tmax)$$

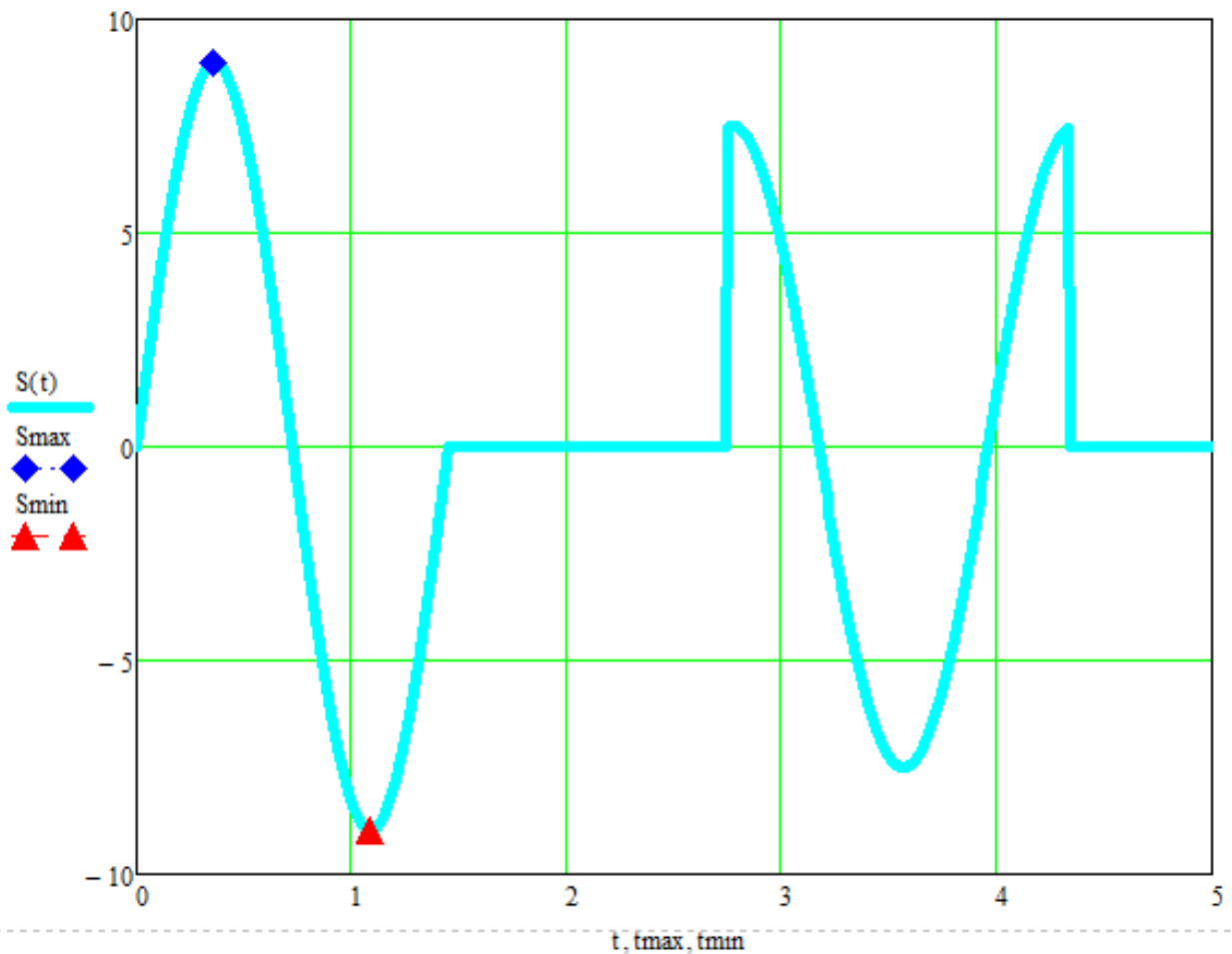
```

tmin :=
  Smin ← S(0)
  tm ← 0
  for t ∈ 0, 0.01 ..  $\frac{2\pi}{\omega0}$ 
    if S(t) < Smin
      Smin ← S(t)
      tmin ← t
  tmin

```

$$tmin = 1.09$$

$$Smin := S(tmin)$$



Приложение 3.

Исследование кинематики движения материальной точки

Постановка задачи

1. С использованием Mathcad задать функцию закона движения материальной точки. Построить графики этих функций.
2. Рассчитать значения проекций скоростей материальной точки на оси X и Y при любом заданном x .
3. Рассчитать значения проекций ускорения материальной точки на оси X и Y в при любом заданном x .
4. Вычислить модуль ускорения и радиус кривизны траектории движения материальной точки при любом заданном x .

Исходные данные

Исходными данными для работы являются:

- v – постоянная скорость движения точки;
- вид функций закона движения точки и скорости;
- $x_1..x_7$ – значения координаты x , при которых нужно выполнить расчеты.

Таблица 2.1 - Варианты исходных данных

№	V(м/с)	Диапазон значений x	Функция закона движения
2	5.1	0.4-2.5	$Y(x)=3x^{**3}-3x^{**2}$

Описание модели

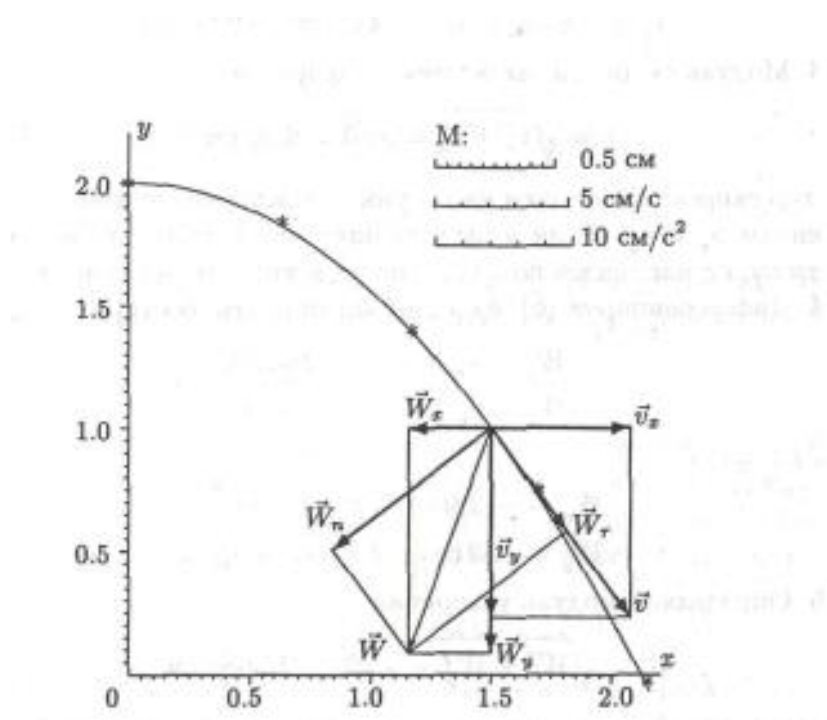


Рисунок 2.1 – График движения материальной точки

Точка движется по плоской кривой $Y=Y(X)$ с постоянной скоростью v . Для нахождения проекций скорости движения точки на оси X и Y (v_x , v_y) нужно при заданном значении x решить систему уравнений вида:

$$v_y = y'(x) \cdot v_x$$

$$v_x^2 + v_y^2 = v^2, \text{ где}$$

$$y'(x) = \frac{d}{dx} y(x)$$

– первая производная по координате x , $y(x)$ – заданный закон движения точки.

Для нахождения проекций ускорения на оси X и Y (W_x , W_y) нужно при заданном значении x решить систему уравнений вида:

$$W_y = y_2(x) \cdot v_x^2 + y_1(x) \cdot W_x$$

$$\frac{|v_x \cdot W_x + v_y \cdot W_y|}{v^2} = 0 \quad \text{где}$$

$y_2(x) = \frac{d}{dx} y_1(x)$ - первая производная от функции скорости $y_1(x)$ по координате x .

Модуль ускорения вычисляется по формуле:

$$W = \sqrt{W_x^2 + W_y^2}$$

Радиус кривизны траектории движения точки вычисляется по формуле:

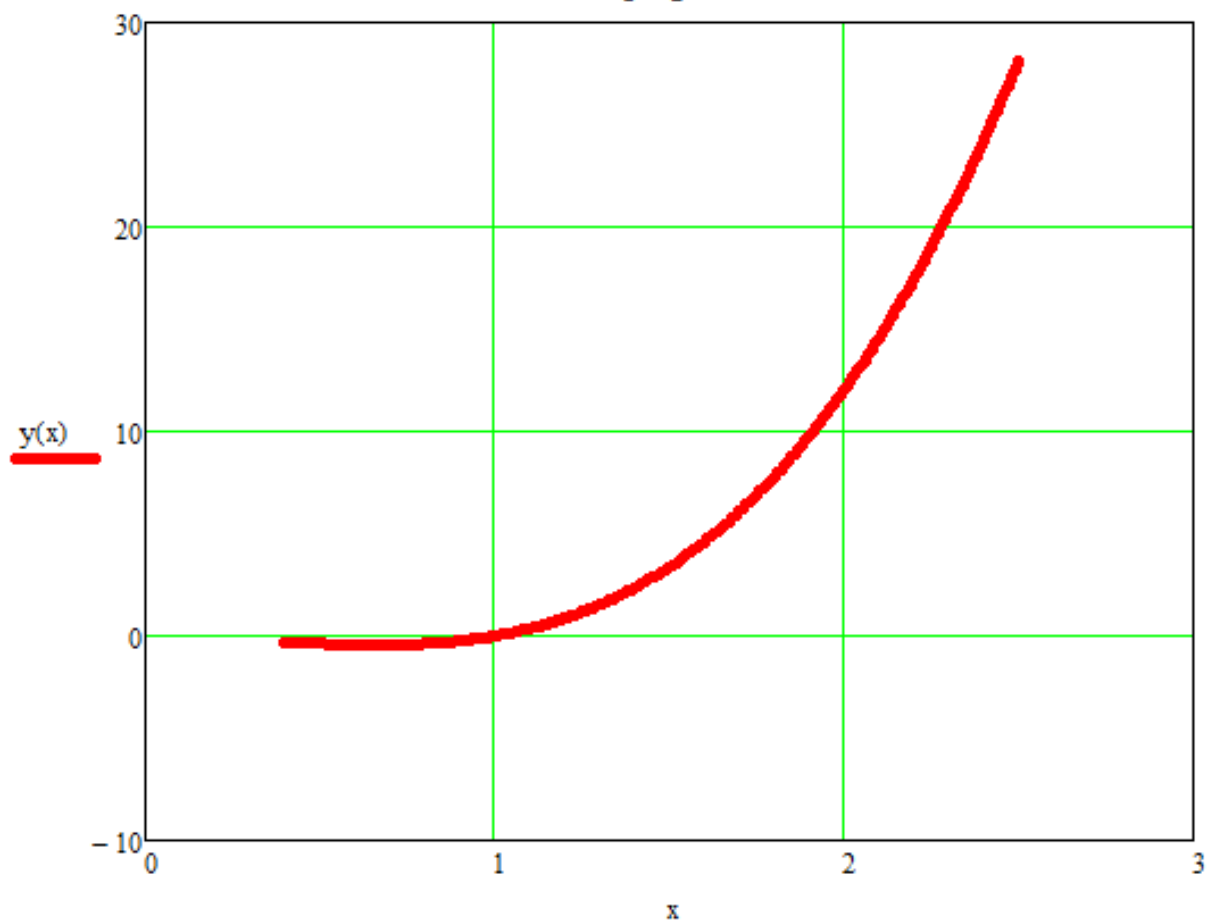
$$R = \frac{v^2}{W}$$

Выполнение задания:

$$x := 0.4, 0.41 \dots 2.5$$

$$y(x) := 3 \cdot x^3 - 3 \cdot x^2$$

График



$$y1(x) := \frac{d}{dx} y(x) \quad x1 := 2.3$$

$$vx := 1 \quad vy := 1$$

Given

$$vy = y1(x1) vx$$

$$vx^2 + vy^2 = v^2$$

$$\begin{pmatrix} vx \\ vy \end{pmatrix} := \text{Find}(vx, vy)$$

$$vx = 0.151$$

$$vy = 5.098$$

$$y_2(x) := \frac{d}{dx} y_1(x)$$

$$W_x := 1 \quad W_y := 1$$

$$x_2 := 2.5$$

Given

$$W_y = y_2(x_2) \cdot v_x^2 + y_1(x_2) \cdot W_x$$

$$\frac{|v_x \cdot W_x + v_y \cdot W_y|}{v^2} = 0$$

$$\begin{pmatrix} W_x \\ W_y \end{pmatrix} := \text{Find}(W_x, W_y)$$

$$W := \sqrt{W_x^2 + W_y^2}$$

$$R := \frac{v^2}{W}$$

$$R = 1.21 \times 10^3$$

+

$$W = 0.021$$

Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы получил навыки работы с дискретными переменными и научился строить двумерные графики кусочнонепрерывных функций в системе Mathcad.