МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

(национальный исследовательский университет)»

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ №1-3

по курсу «Виртуальные динамические модели и цифровые двойники»

Выполнил:

Студент группы: М80-201М-21

ФИО: Фейзуллин Кирилл Маратович

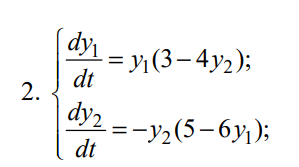
Москва, 2022

**Лабораторная работа №1**

**Задание 1**

По заданной системе ОДУ построить графики зависимостей координат от времени и фазовый портрет системы.

**Вариант 1**



**Результат работы**

Код программы:

model Kirch\_2022

Real x[11];

Real y[11];

initial equation

for i in 1:11 loop

y[i] = 20 / i;

x[i] = 0.00000001 \* 10^i;

end for;

equation

for i in 1:11 loop

der(x[i]) = x[i] \* (3 - 4 \* y[i]);

der(y[i]) = -1 \* y[i] \* (5 - 6 \* x[i]);

end for;

annotation(

experiment(StartTime = 0, StopTime = 10, Tolerance = 1e-06, Interval = 0.02));

end Kirch\_2022;

Графики:

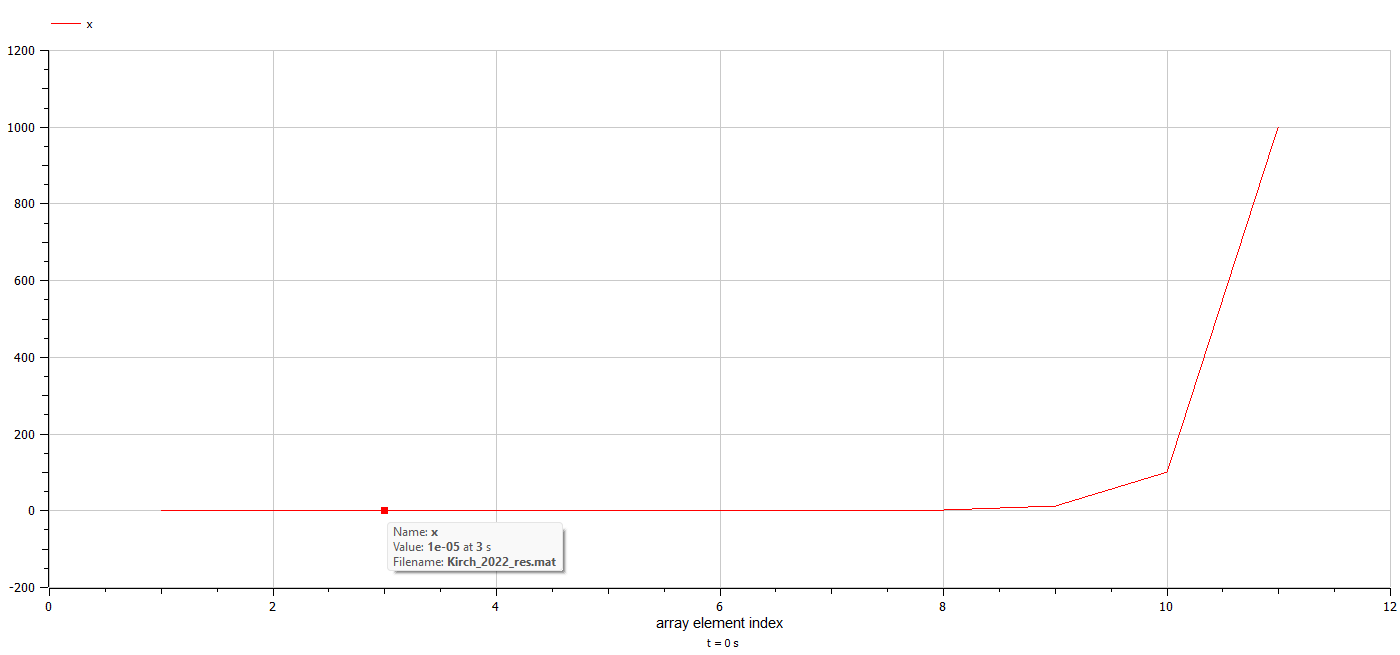


Рисунок . Зависимость координаты от времени t.

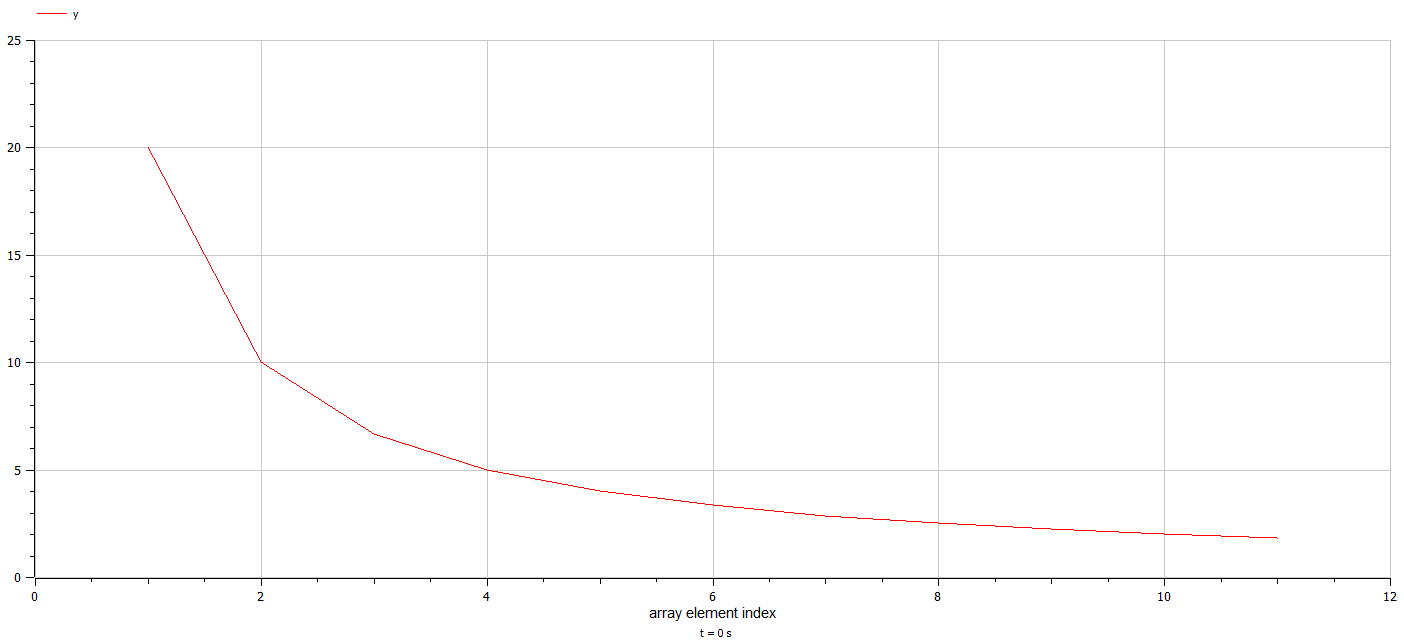


Рисунок 2. Зависимость координаты от времени t

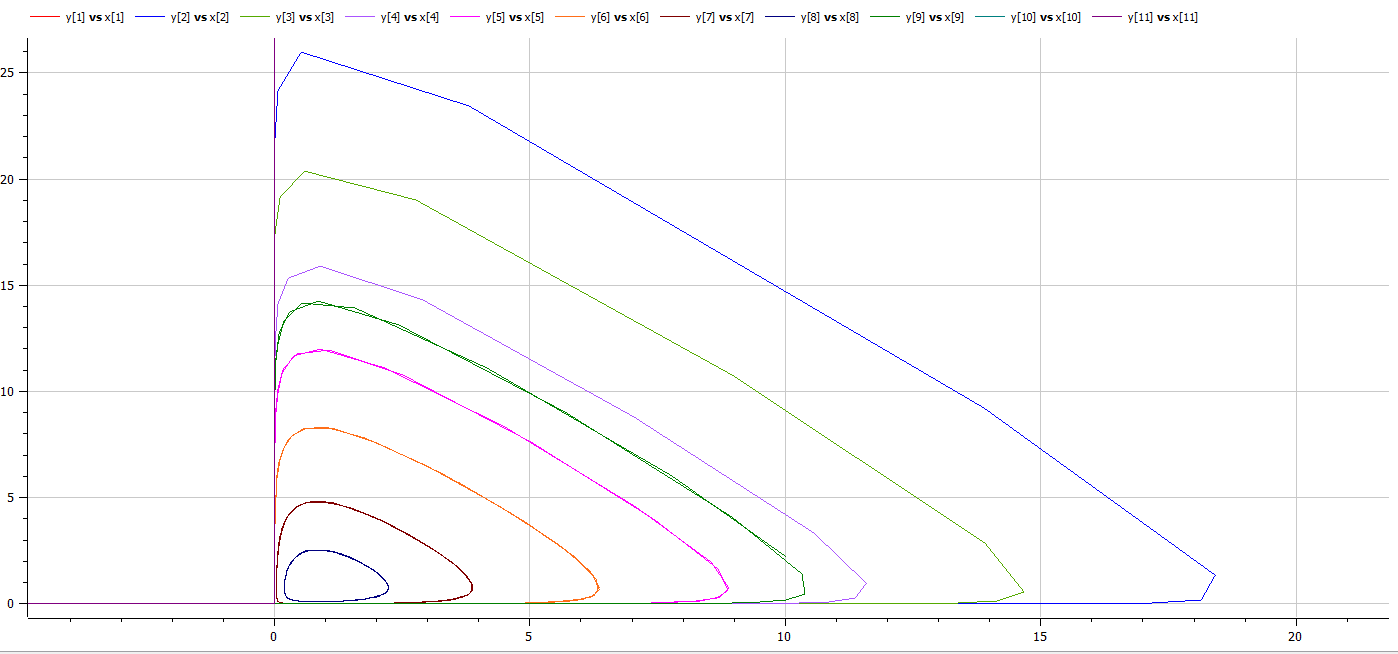
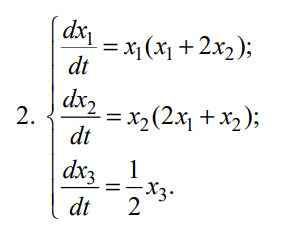


Рисунок 3. Фазовый портрет системы

**Задание 2**

Проинтегрировать систему из трех дифференциальных уравнений.

**Вариант 1**  
****

**Результат работы**

Код программы:

model Kirch\_2022

Real x[11];

Real y[11];

Real z[11];

initial equation

for i in 1:11 loop

y[i] = 20 / i;

x[i] = -20 / i;

z[i] = y[i] / x[i]^(i+2);

end for;

equation

for i in 1:11 loop

der(x[i]) = x[i]^2 + 2 \* x[i] \* y[i];

der(y[i]) = y[i]^2 + 2 \* x[i] \* y[i];

der(z[i]) = z[i] / 3;

end for;

annotation(

experiment(StartTime = 0, StopTime = 10, Tolerance = 1e-06, Interval = 0.02));

end Kirch\_2022;

Графики:

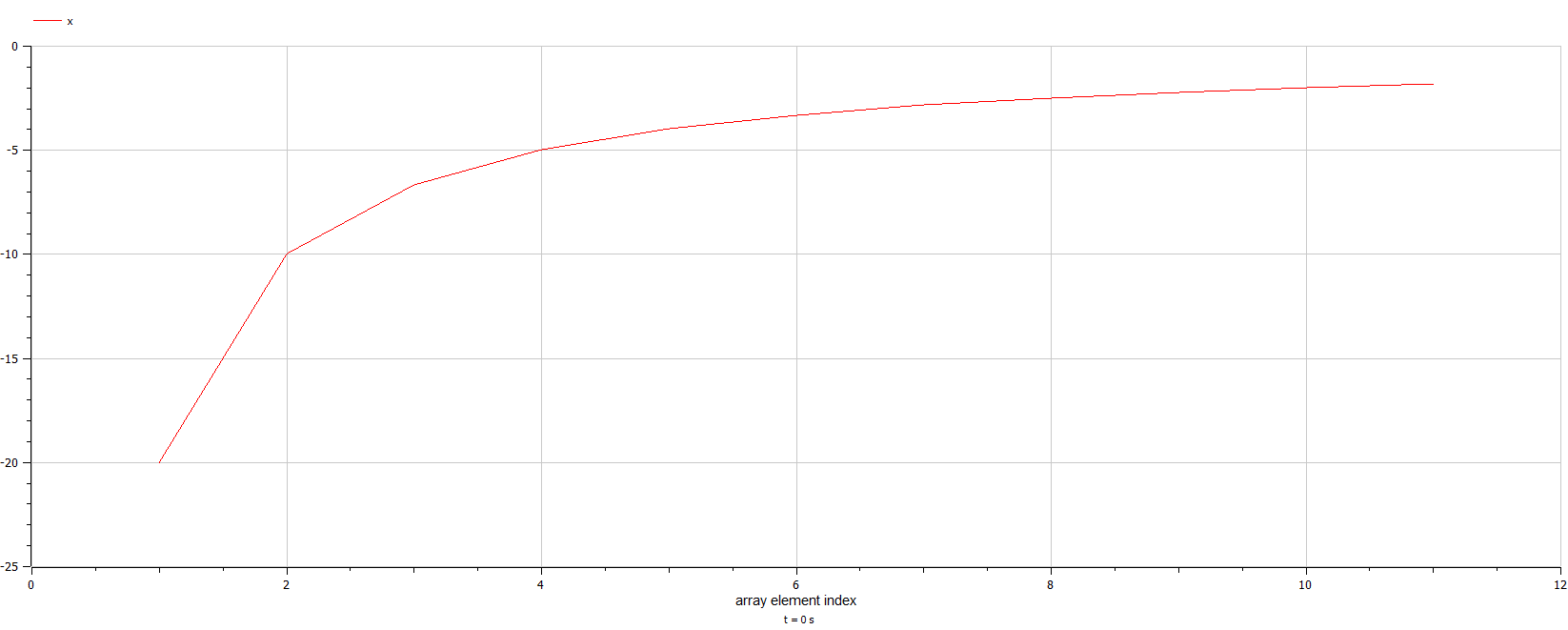


Рисунок 4. Зависимость координаты от времени t

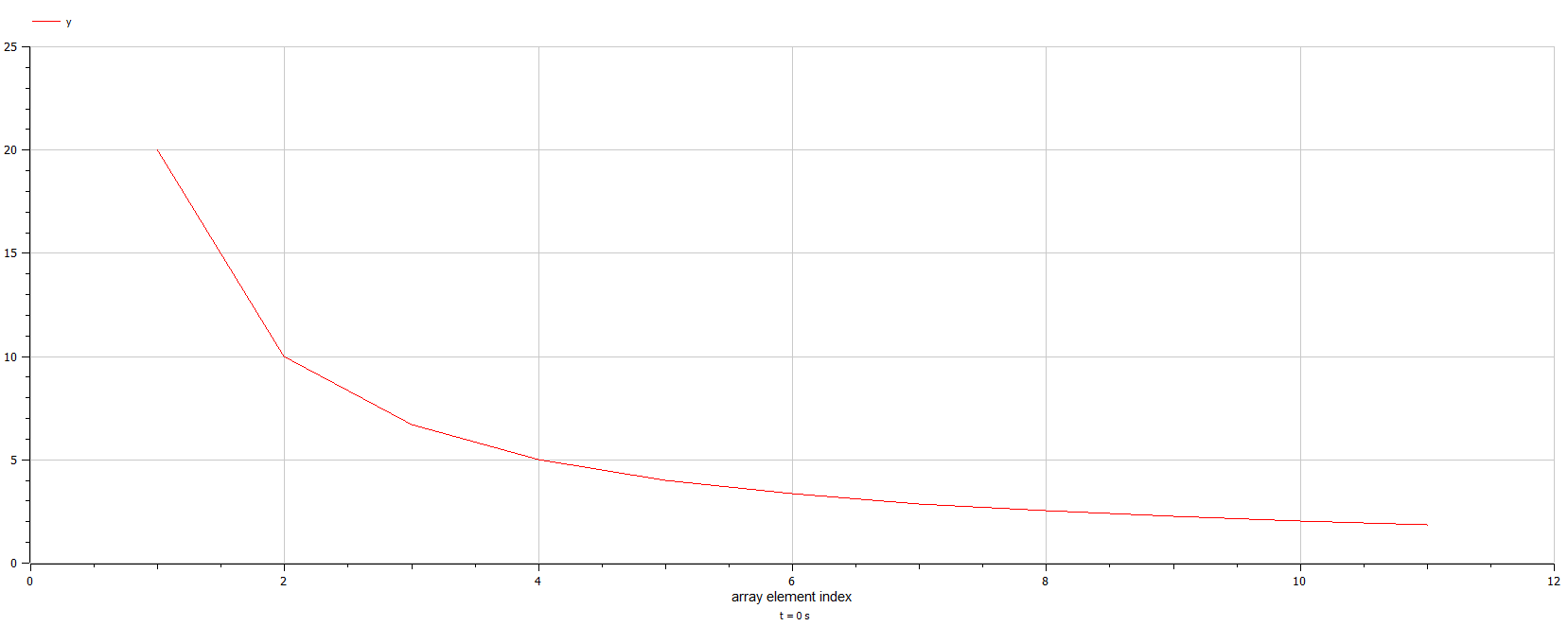


Рисунок 5. Зависимость координаты от времени t

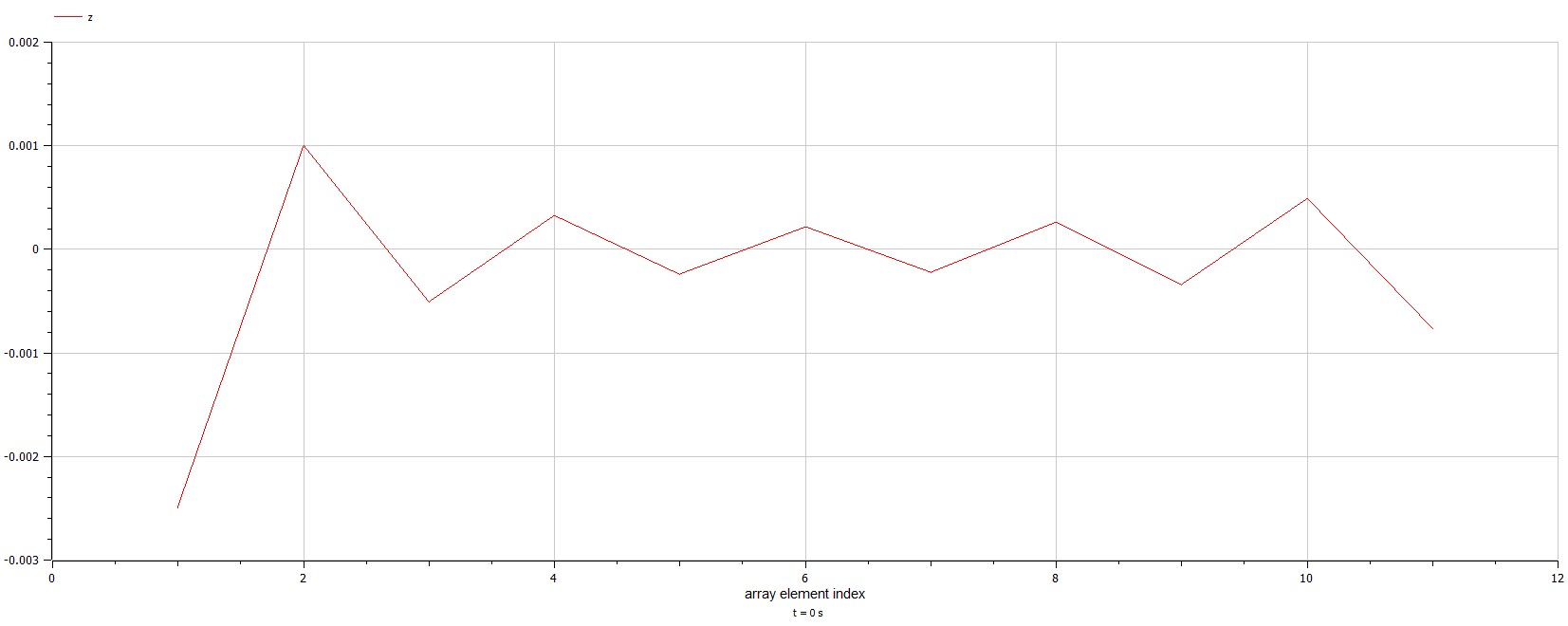
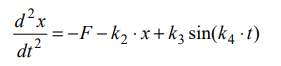


Рисунок 6. Зависимость координаты от времени t

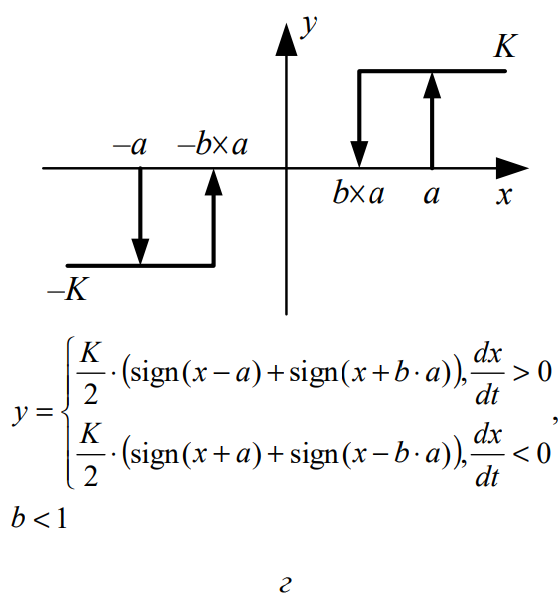
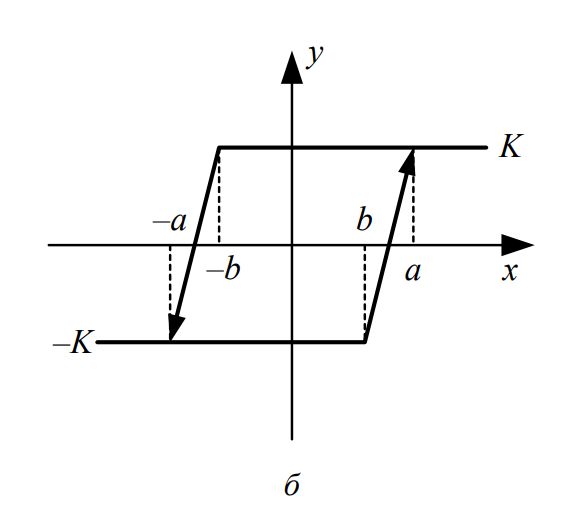
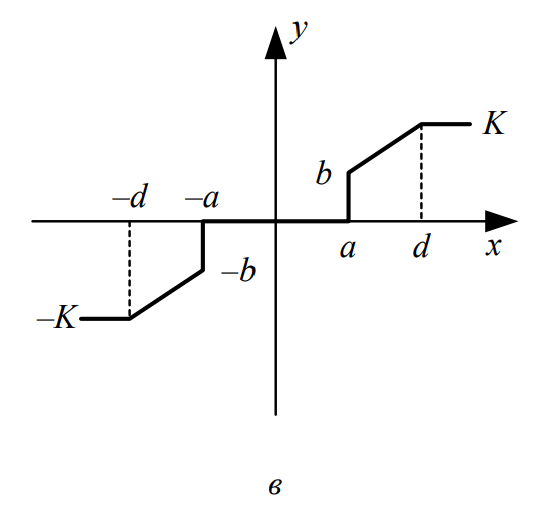
**Лабораторная работа №2**

**Задание**

Найти численное решение уравнения



с константами и функцией с различными функциями , указанными на рисунках 3.1 (г), 3.2 (б), 3.2 (в). Константы, определяющие вид функции: K — максимальное по модулю значение функции, a > 0 , b > 0 , d > 0 — константы, определяющие нули функций, выбрать самостоятельно.

**Результат работы**

**Пункт 1 (функция с рисунка 3.1 (г))**

Код программы:

model Lab2

Real x(start = -1);

Real v(start = -2);

Real F;

Real flag(start = 1.5);

parameter Real K = 1;

parameter Real K2 = 2;

parameter Real K3 = 3;

parameter Real K4 = 4;

parameter Real a = 1;

parameter Real b = 0.5;

equation

der(x) = v;

der(v) = (-F) - K2 \* x + K3 \* sin(K4 \* time);

if flag < 2 then

if x < (-b \* a) then

F = -K;

else

F = 0;

flag = 2.5;

end if;

elseif flag < 3 then

if x < (-a) then

F = -K;

flag = 1.5;

elseif x < a then

F = 0;

else

F = K;

flag = 3.5;

end if;

else

if x > b \* a then

F = K;

else

F = 0;

flag = 2.5;

end if;

end if;

annotation(

experiment(StartTime = 0, StopTime = 10, Tolerance = 1e-06, Interval = 0.002));

end Lab2;

Графики:

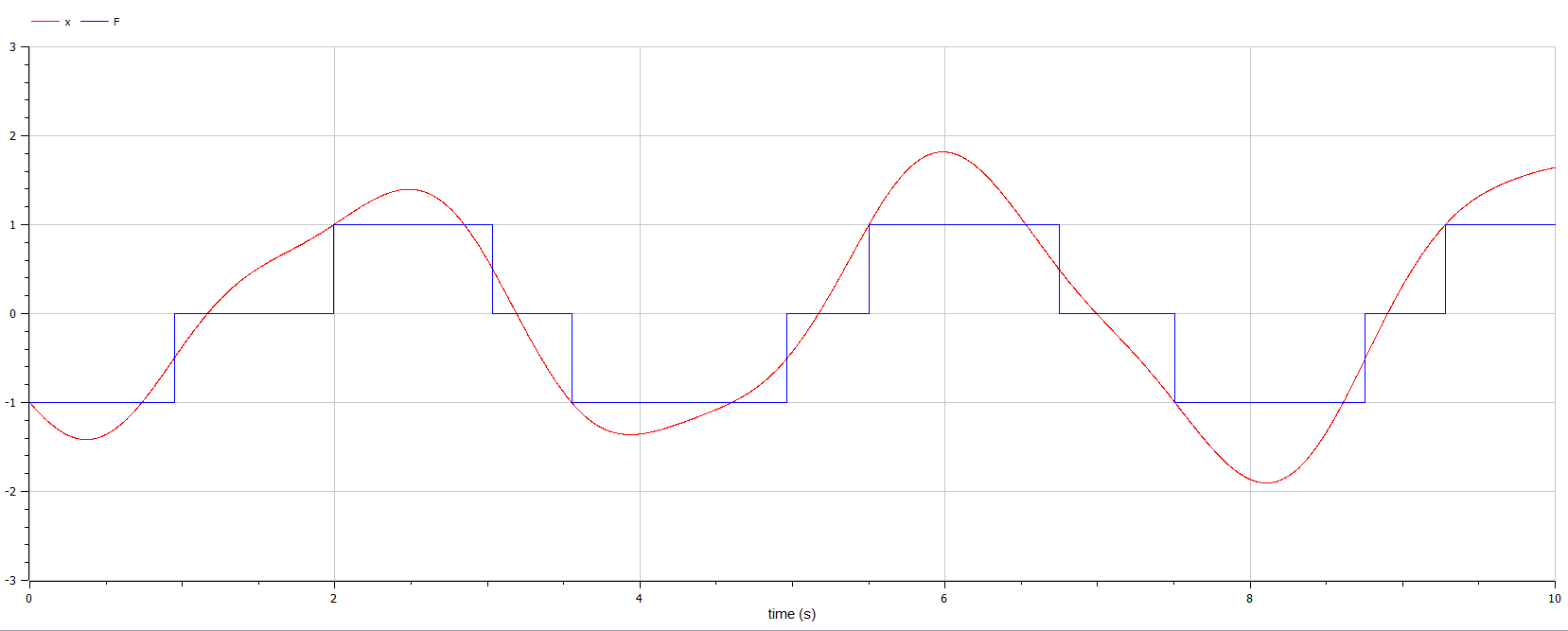


Рисунок . Зависимости и от времени t

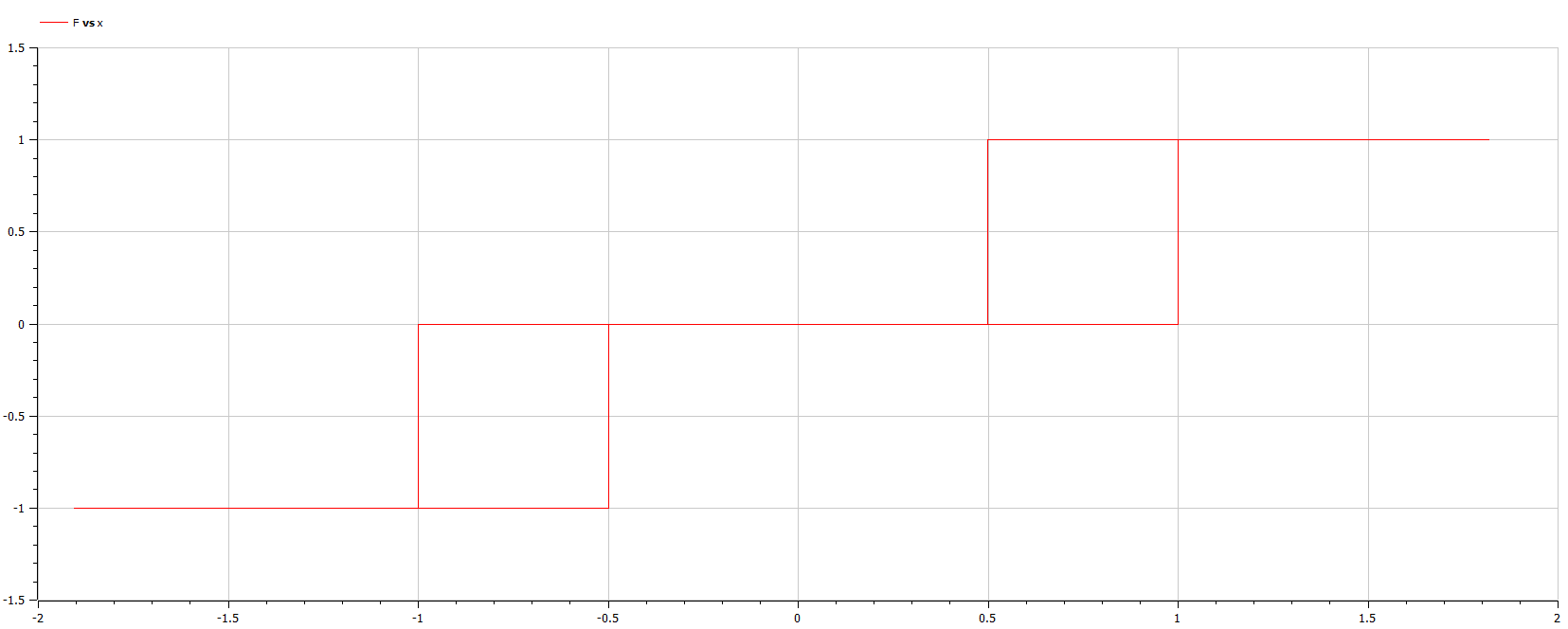


Рисунок . Зависимость

**Пункт 2 (функция с рисунка 3.2 (б))**

Код программы:

model Lab2

Real x(start = -1);

Real v(start = -2);

Real F;

Real flag(start = 1.5);

parameter Real K = 1;

parameter Real K2 = 2;

parameter Real K3 = 3;

parameter Real K4 = 4;

parameter Real a = 1;

parameter Real b = 0.5;

equation

der(x) = v;

der(v) = (-F) - K2 \* x + K3 \* sin(K4 \* time);

if flag < 2 then

if x < b then

F = -K;

elseif x > a then

F = K;

flag = 2.5;

else

F = 2 \* K \* (x - b) / (a - b) - K;

flag = 2.5;

end if;

else

if x > (-b) then

F = K;

elseif x < (-a) then

F = -K;

flag = 1.5;

else

F = 2 \* K \* (x + a) / ((-b) + a) - K;

flag = 1.5;

end if;

end if;

annotation(

experiment(StartTime = 0, StopTime = 10, Tolerance = 1e-06, Interval = 0.002));

end Lab2;

Графики:

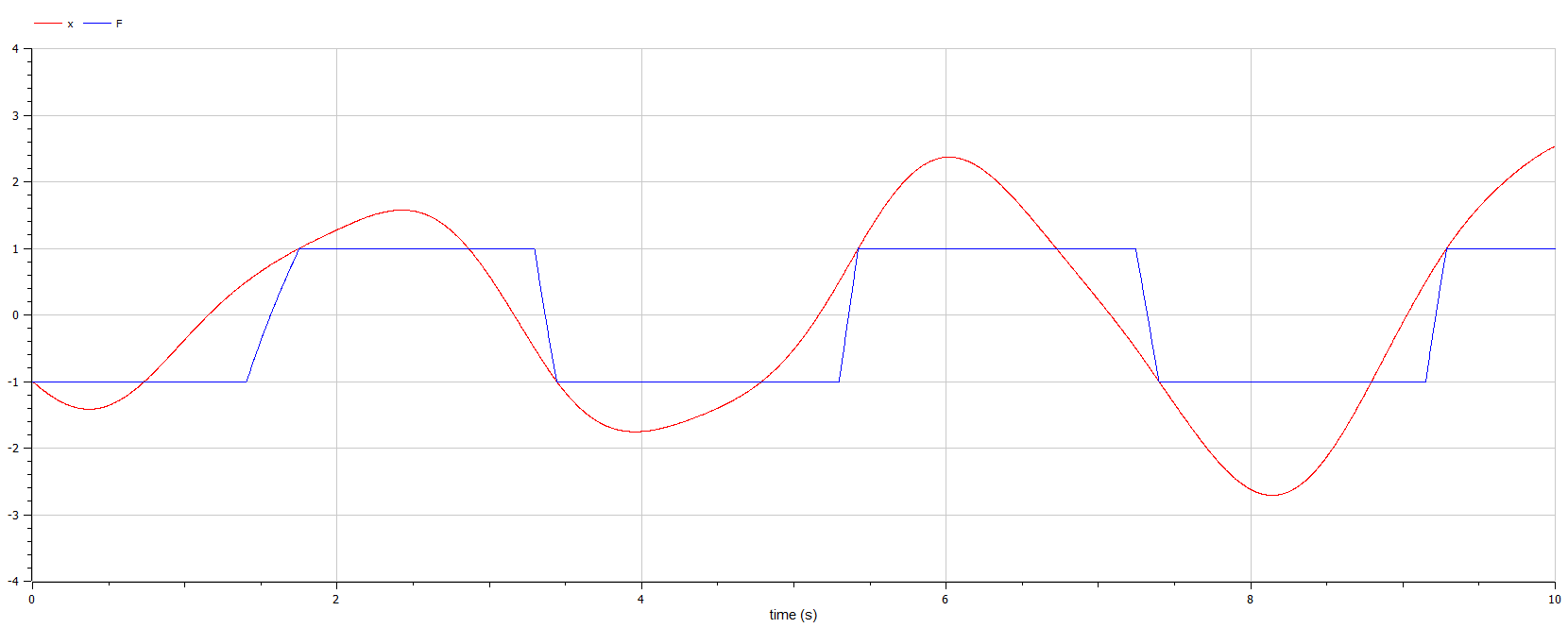


Рисунок 9. Зависимости и от времени

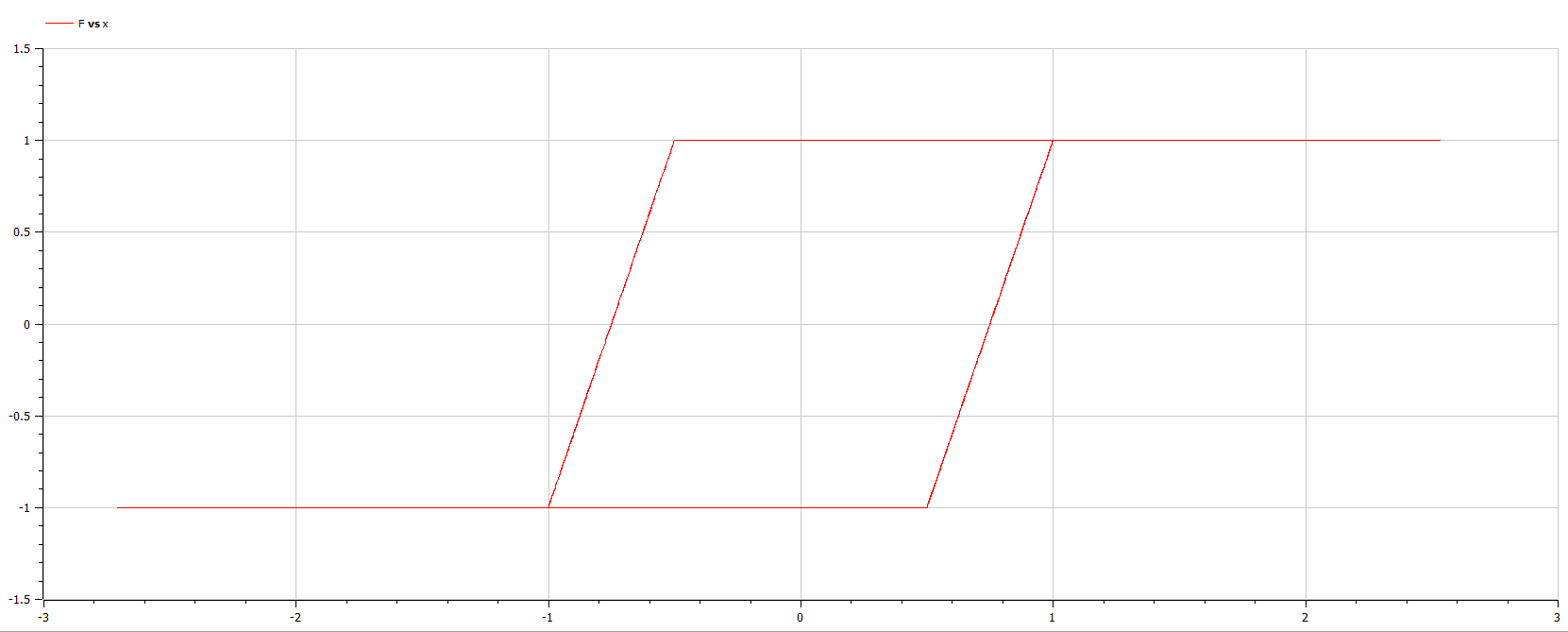


Рисунок 10. Зависимость

**Пункт 3 (функция с рисунка 3.2 (в))**

Код программы:

model Lab2

Real x(start = -5);

Real v(start = -5);

Real F;

parameter Real K = 5;

parameter Real K2 = 2;

parameter Real K3 = 3;

parameter Real K4 = 4;

parameter Real a = 1;

parameter Real b = 3;

parameter Real d = 2;

equation

der(x) = v;

der(v) = (-F) - K2 \* x + K3 \* sin(K4 \* time);

if x < -d then

F = -K;

elseif x < -a then

F = (-b + K)\*(x + d)/(-a + d) - K;

elseif x < a then

F = 0;

elseif x < d then

F = (b - K)\*(x - d)/(a - d) + K;

else

F = K;

end if;

annotation(

experiment(StartTime = 0, StopTime = 10, Tolerance = 1e-06, Interval = 0.002));

end Lab2;

Графики:

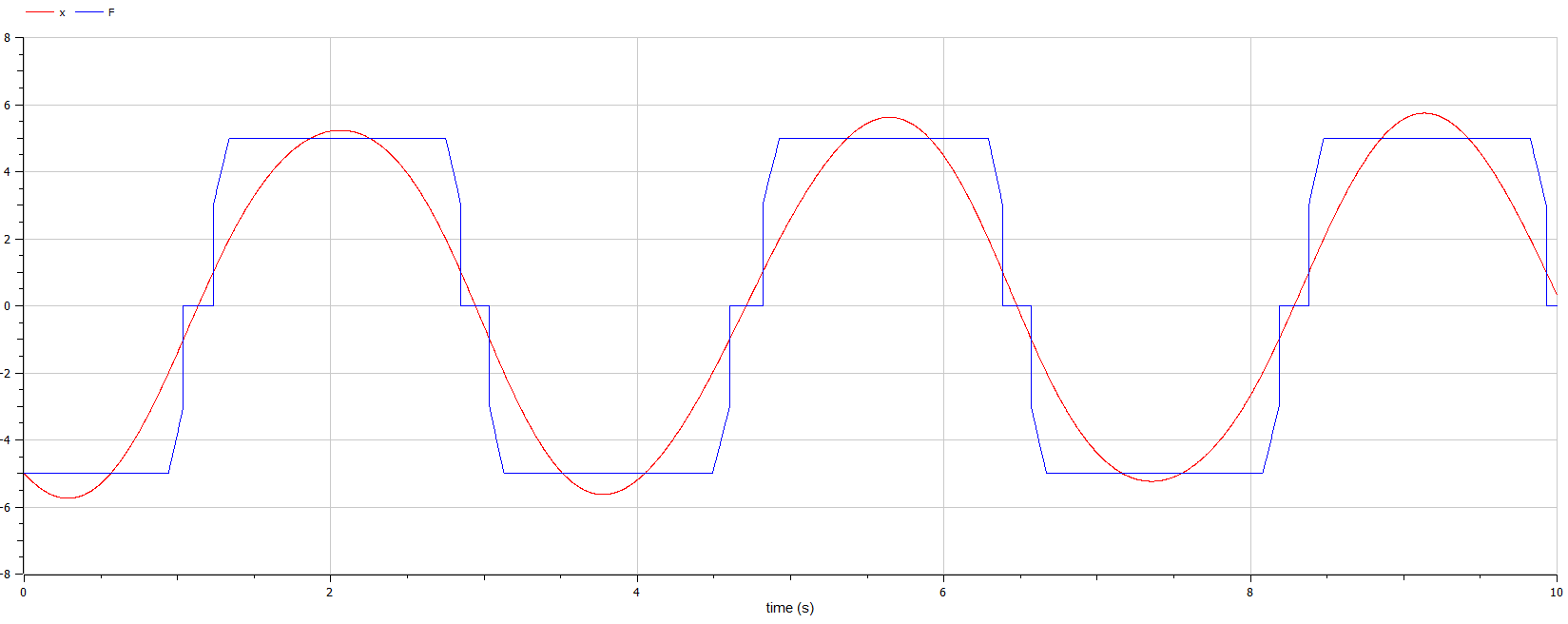


Рисунок 11. Зависимости и от времени t

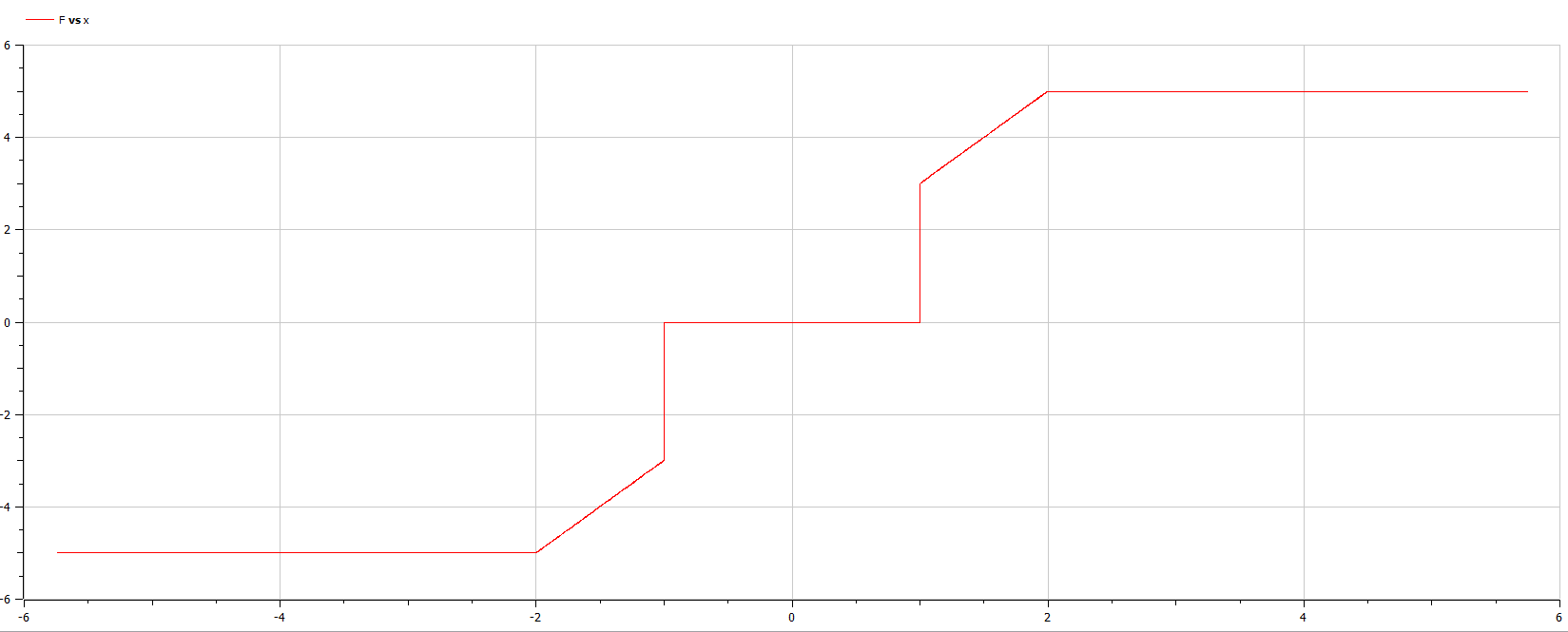


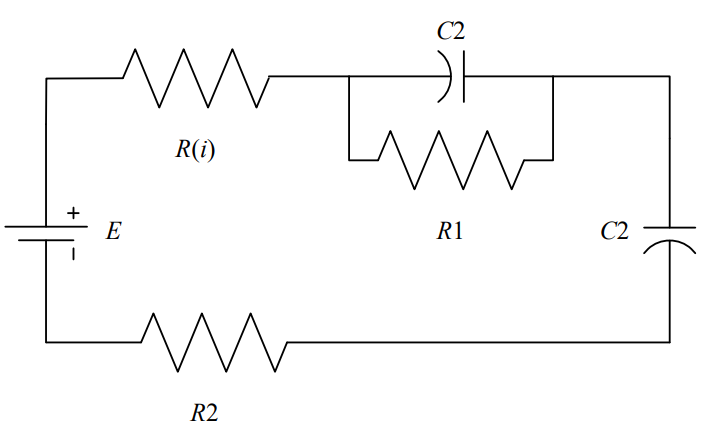
Рисунок 12. Зависимость

**Лабораторная работа №3**

**Задание**

По заданной схеме и функции смоделировать работу работу схемы и построить графики зависимостей

Схема 1 и функция :



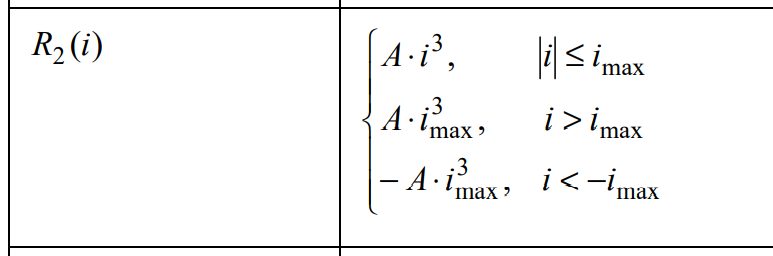
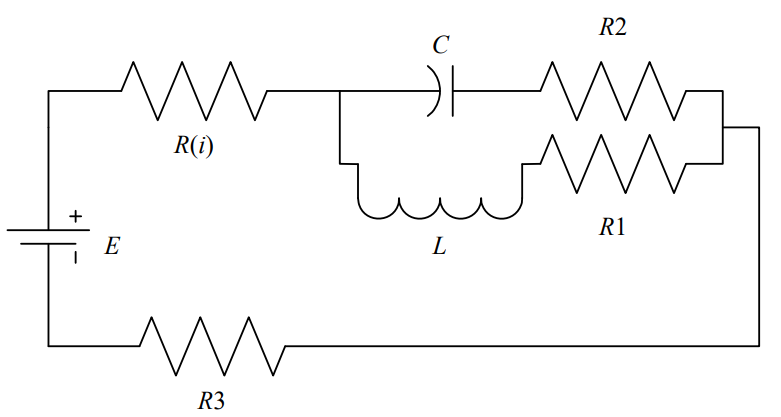
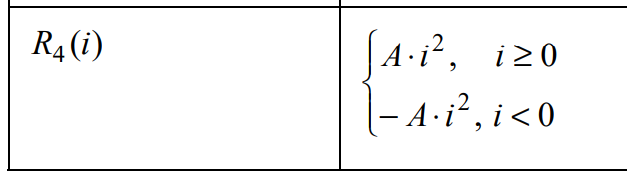


Схема 2 и функция :





**Результат работы**

**Пункт 1**

Код измененного класса резистора (My\_resistor):

model New\_Designed\_Resistor

parameter Modelica.Units.SI.Resistance R(start=1)

"Resistance at temperature T\_ref";

parameter Modelica.Units.SI.Temperature T\_ref=300.15 "Reference temperature";

parameter Modelica.Units.SI.LinearTemperatureCoefficient alpha=100

"Temperature coefficient of resistance (R\_actual = R\*(1 + alpha\*(T\_heatPort - T\_ref))";

parameter Modelica.Units.SI.Current i\_0=1;

parameter Modelica.Units.SI.Current i\_max=0.002;

extends Modelica.Electrical.Analog.Interfaces.OnePort;

extends Modelica.Electrical.Analog.Interfaces.ConditionalHeatPort(T=T\_ref);

Modelica.Units.SI.Resistance R\_actual

"Actual resistance = R\*(1 + alpha\*(T\_heatPort - T\_ref))";

equation

assert((1 + alpha\*(T\_heatPort - T\_ref)) >= Modelica.Constants.eps,

"Temperature outside scope of model!");

if i > i\_max then

R\_actual = R\*(1 + alpha\*((i\_max/i\_0)\*(i\_max/i\_0)\*(i\_max/i\_0)));

elseif i < -i\_max then

R\_actual = R\*(1 - alpha\*((i\_max/i\_0)\*(i\_max/i\_0)\*(i\_max/i\_0)));

else

R\_actual = R\*(1 + alpha\*((i/i\_0)\*(i/i\_0)\*(i/i\_0)));

end if;

v = R\_actual\*i;

LossPower = v\*i;

annotation (

Documentation(info="",

revisions=""),

Icon(coordinateSystem(preserveAspectRatio=true, extent={{-100,-100},{100,

100}}), graphics={

Rectangle(

extent={{-70,30},{70,-30}},

lineColor={0,0,255},

fillColor={255,255,255},

fillPattern=FillPattern.Solid),

Line(points={{-90,0},{-70,0}}, color={0,0,255}),

Line(points={{70,0},{90,0}}, color={0,0,255}),

Text(

extent={{-150,-40},{150,-80}},

textString="R=%R"),

Line(

visible=useHeatPort,

points={{0,-100},{0,-30}},

color={127,0,0},

pattern=LinePattern.Dot),

Text(

extent={{-150,90},{150,50}},

textString="%name",

textColor={0,0,255})}));

end New\_Designed\_Resistor;

Схема и графики:

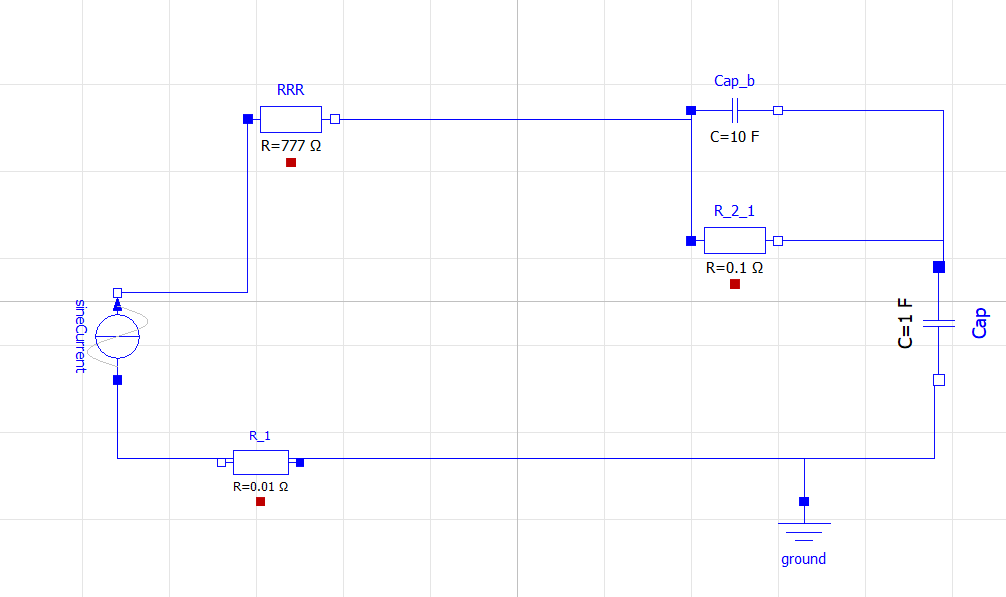


Рисунок . Построенная схема

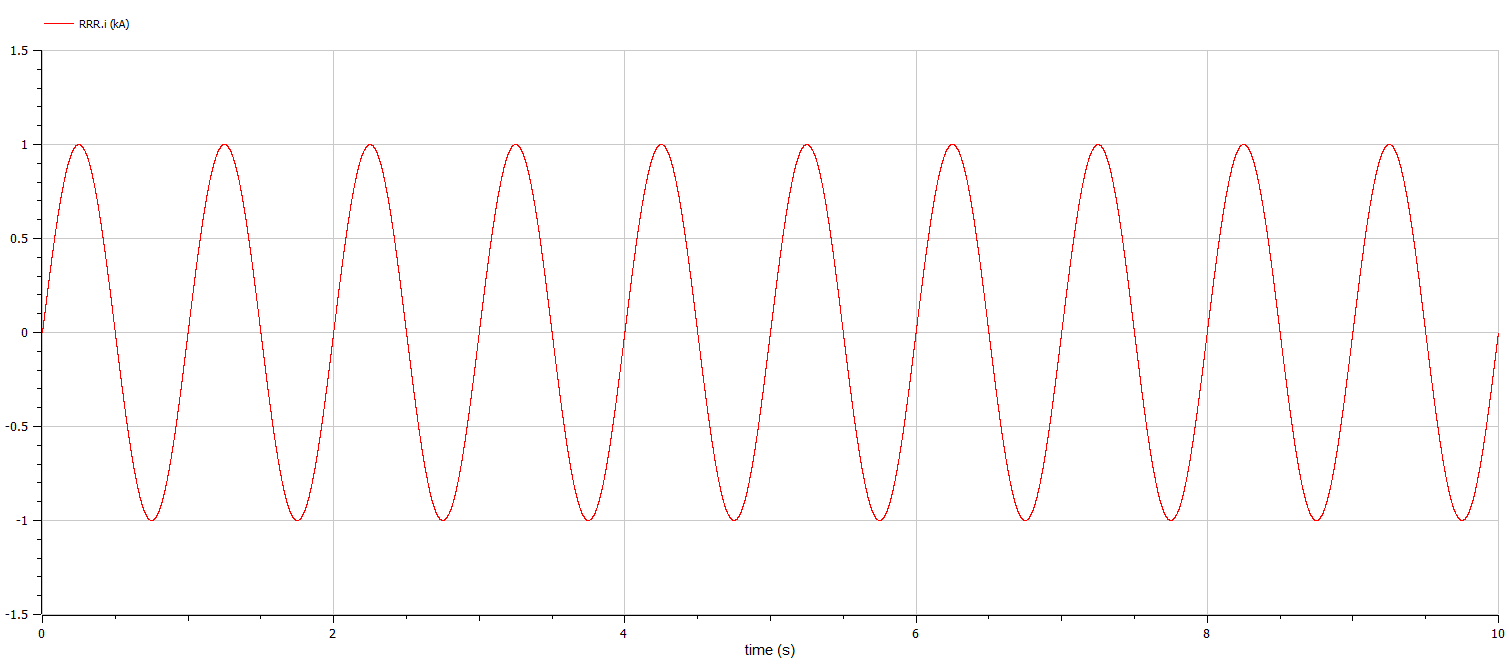


Рисунок 14. Зависимость тока от времени

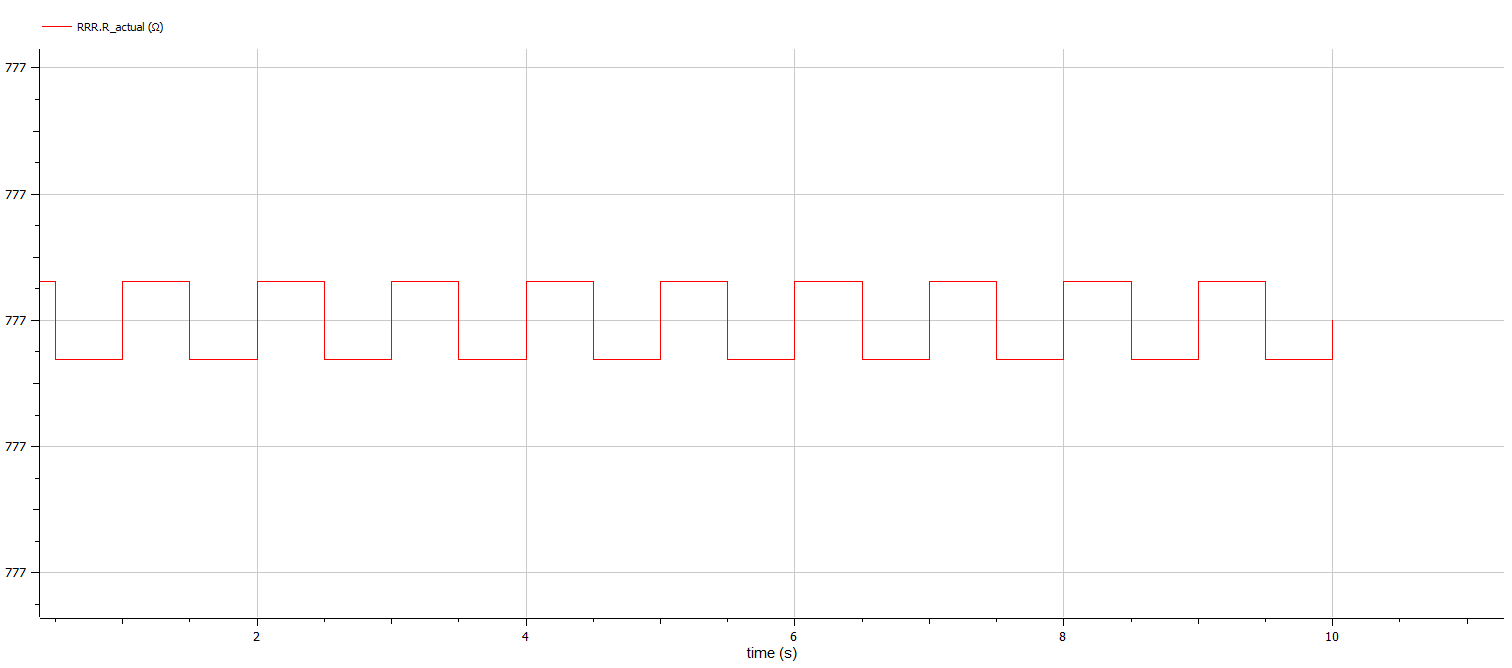


Рисунок 15. Зависимость сопротивления от времени

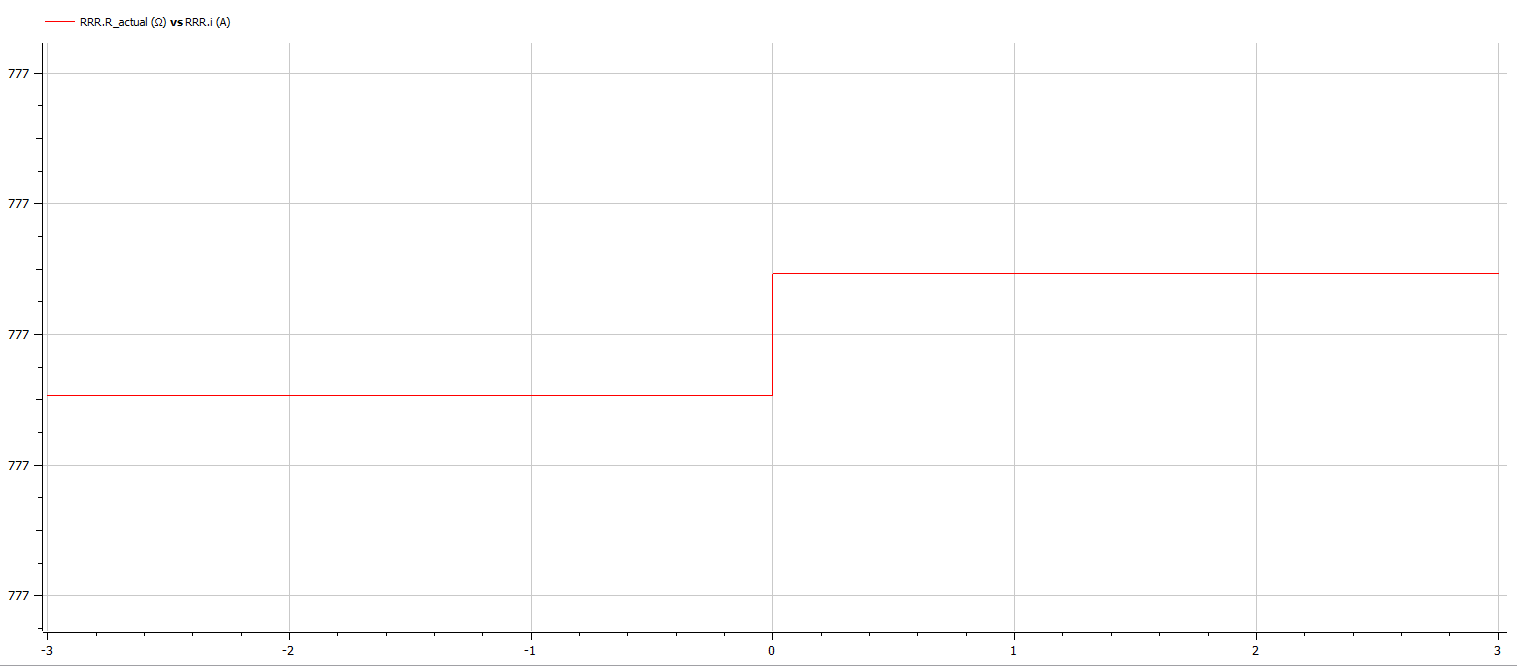


Рисунок 16. Зависимость сопротивления от тока

**Пункт 2**

Схема и графики:

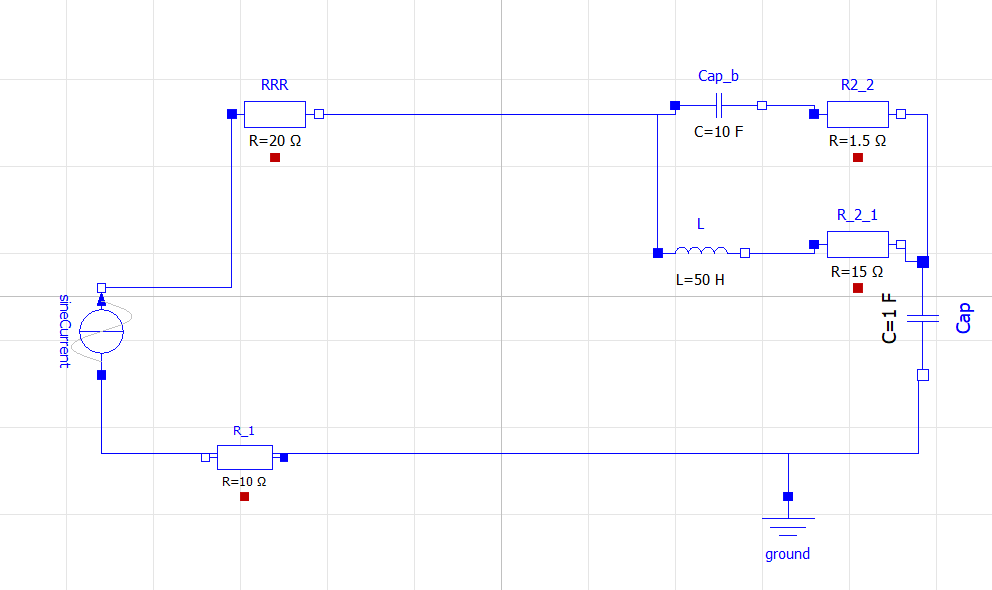


Рисунок 17. Построенная схема

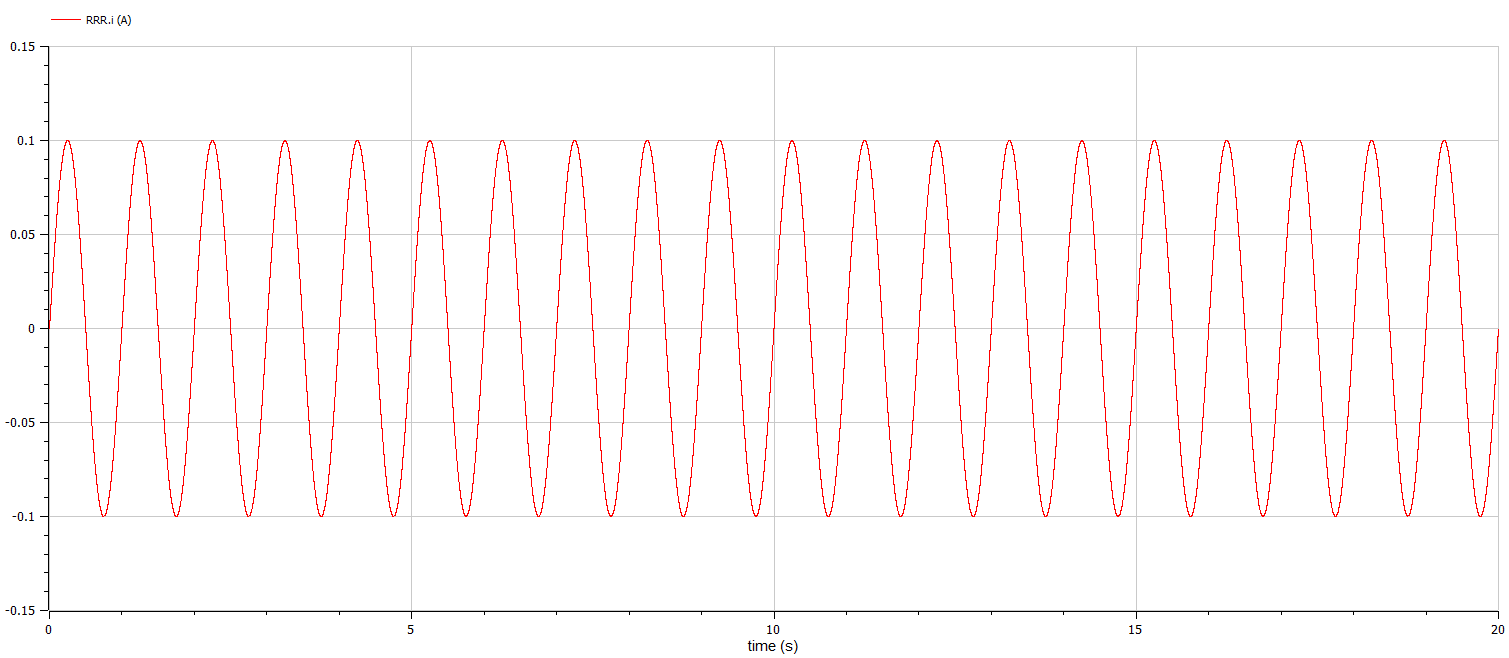


Рисунок 18. Зависимость тока от времени

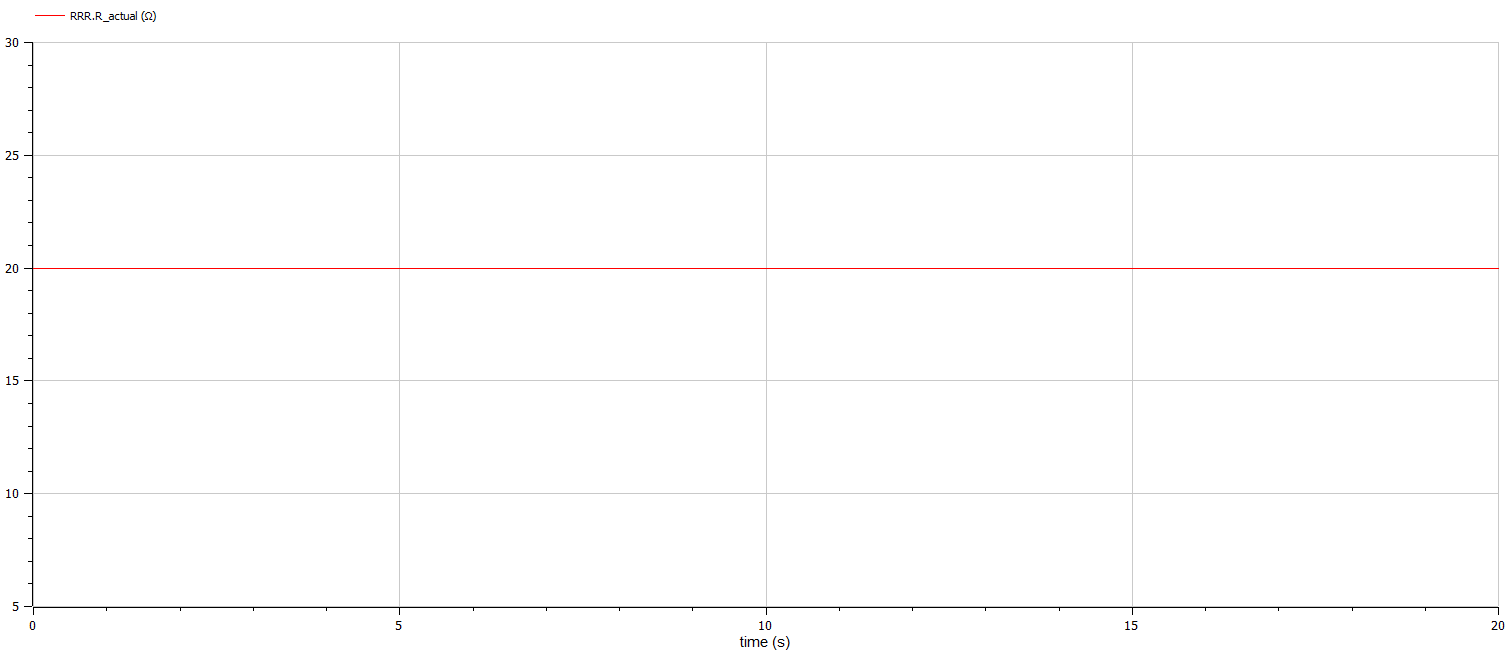


Рисунок 19. Зависимость сопротивления от времени

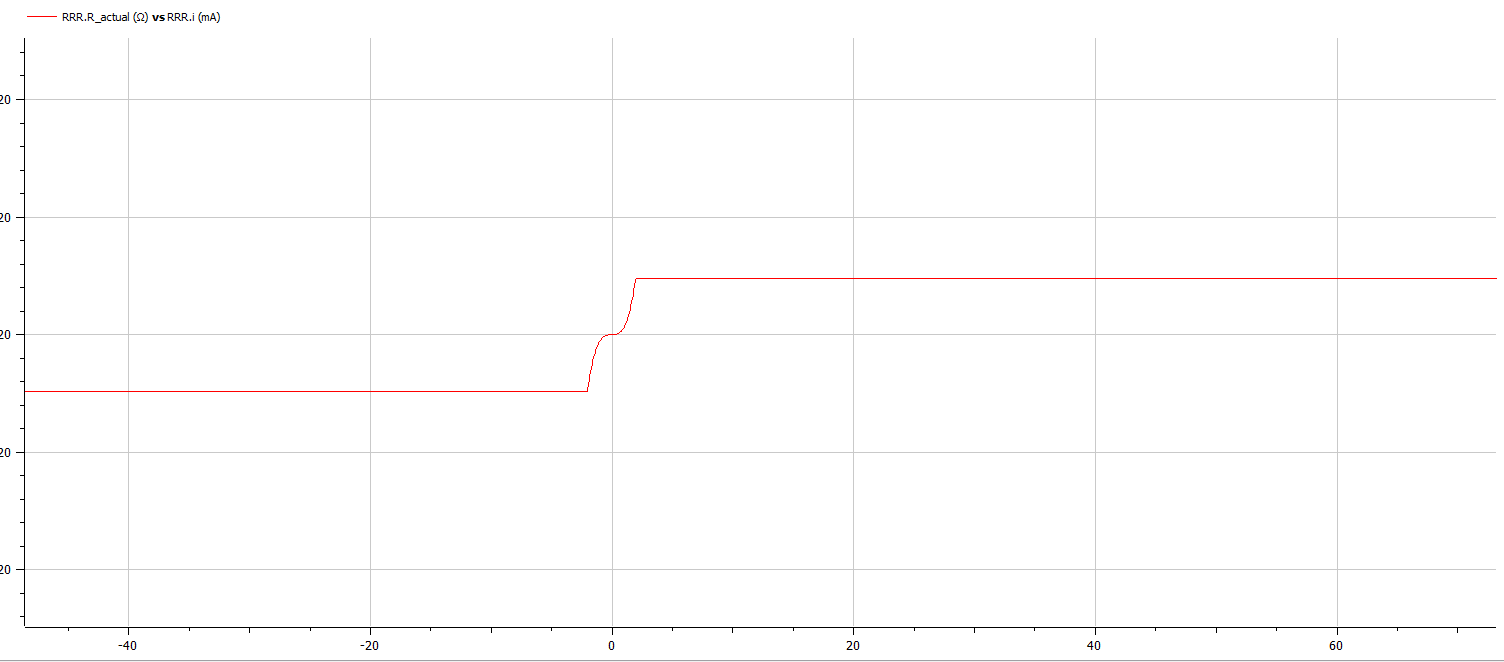


Рисунок 20. Зависимость сопротивления от тока