МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» (Самарский университет)

Институт двигателей и энергетических установок

Кафедра автоматических систем энергетических установок

Отчет по лабораторной работе «РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕЧИ» по дисциплине:

«Программное обеспечение систем автоматического управления»

Выполнили: студенты группы 2415

Паршин Е.И.

Буренкова К.О.

Иршикеев С.А

Проверил: д.т.н, профессор каф. АСЭУ  
 Матюнин С.А.

Самара 2020

**Лабораторная работа: РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕЧИ**

**Задание:** реализовать систему автоматического регулирования (рисунок 1) на ПЛК фирмы Allen-Bradley. Определить коэффициенты ПИД-регулятора при транспортной задержке = 0,5 мкс. Допустимая величина перерегулирования не более 10%. Время выхода печи на режим не более 100 сек. Мощность печи 500 Ватт. Питание печи 380 В. Постоянная времени = 20 сек. Температура в печи от 0 до 900 °С. Коэффициент передачи печи = 4 гр./ватт. Датчик температуры – термопара. Чувствительность термопары = 20 мкВ/гр. Постоянная времени датчика = 0,3 сек. Коэффициент передачи усилителя = 0,5 В/ед. Коэффициент передачи нагревателя = 1,3 ватт/В. Постоянная времени нагревателя = 5сек.

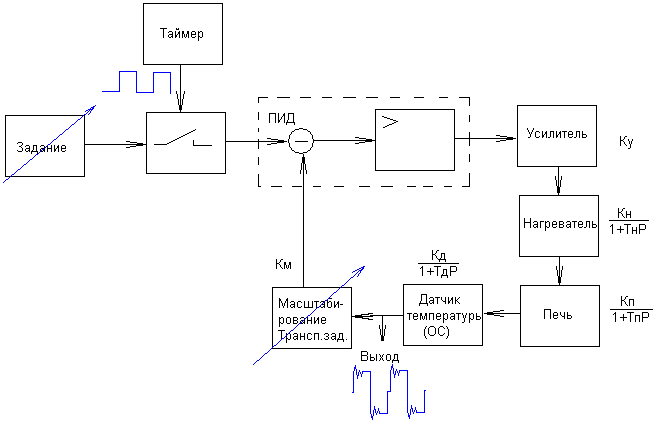


Рисунок 0 – Система автоматического регулирования печи.



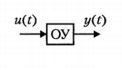
Рисунок 1 – Алгоритм работы САР печи

Для моделирования системы было принято решение использовать матрицу переменных состояний (МПС)

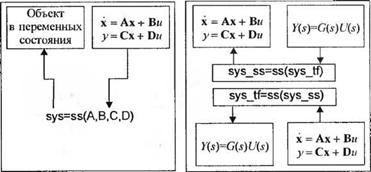
**Математическая модель вход-выход**

Математической моделью динамической системы принято называть совокупность математических символов, однозначно определяющих развитие процессов в системе, то есть её движение. При этом в зависимости от типа сигналов различают непрерывные и дискретные модели системы. В своей работе мы будем использовать дискретные.

Итак, модель вход-выход – это описание связи входных и выходных сигналов динамической системы (то есть объекта управления), где U(t) – входной сигнал, а y(t) – выходной сигнал.



Преобразование модели линейной системы



Реализация скрипта в MatLab для нахождения коэффициентов A,B,C.

скрипт .m  
  
clear all;  
clc;  
  
Heater = tf([1.3], [5 1]);  
Heater\_ss = ss(Heater);  
Heater\_dd = c2d(Heater\_ss, 0.1)  
  
Oven = tf([4], [20 1]);  
Oven\_ss = ss(Oven);  
Oven\_dd = c2d(Oven\_ss, 0.1)

Sensor = tf([20], [0.3 1]);  
Sensor\_ss = ss(Sensor);  
Sensor\_dd = c2d(Sensor\_ss, 0.1)

Линейная модель вход-выход объекта управления может быть представлена обыкновенным дифференциальным уравнением вида:

где– коэффициенты (параметры модели), – порядок системы

Теперь рассмотрим многосвязную систему, то есть многоканальную систему со связанными каналами, описываемую системой операторных уравнений:

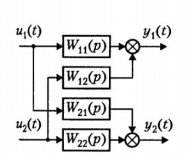
…

Система приводится к векторно-матричной форме:

Где А – матрица коэффициентов перед переменными состояния, В – матрица управления.

Также запишем это в скалярном виде:

Отметим, что диагональные операторы относятся к основным каналам, а остальные функции , i не равно j, характеризуют перекрёстные связи многоканальной системы.



**ПИД - регулятор**

Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор описывается следующим образом:

где итоговое управляющее воздействие;

**Обозначение переменных программы**

Основная программа «LAD2»

Подпрограмма «ПИД»

Подпрограмма «УСИЛИТЕЛЬ»

Подпрограмма «ЗАДЕРЖКА»

Для всех следующих подпрограмм будут справедливы формулы расчёта:

где – переменная состояния в текущем и предыдущем времени;

– входной сигнал;

– выходной сигнал.

Подпрограмма «НАГРЕВАТЕЛЬ»

Подпрограмма «ПЕЧЬ»

Подпрограмма «ДАТЧИК С МАШТАБИРОВАНИЕМ»

- программа САР печи (рисунке 2);

- в подпрограмме U:3 реализован задержка (рисунок 3);

- в подпрограмме U:4 реализован ПИД-регулятор (рисунок 4);

- в подпрограмме U:5 реализован нагреватель (рисунок 5);

- в подпрограмме U:6 реализована печь (рисунок 6);

- в подпрограмме U:7 реализован датчик с масштабированием (рисунок 7);

- в подпрограмме U:8 усилитель (рисунок 8);

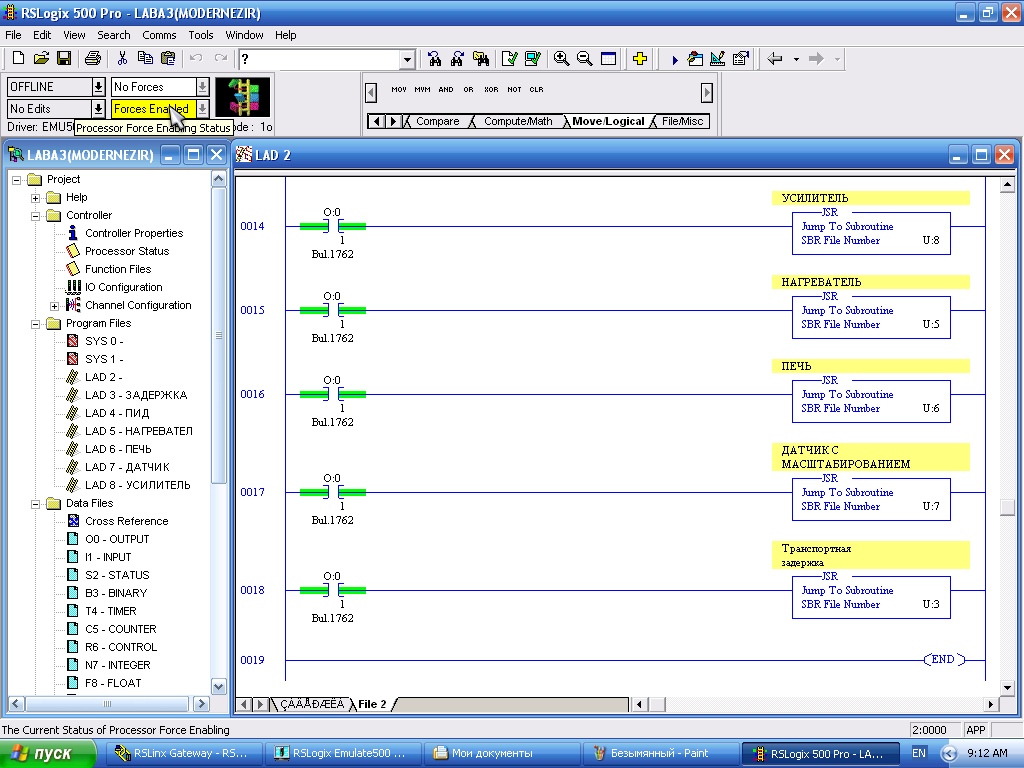
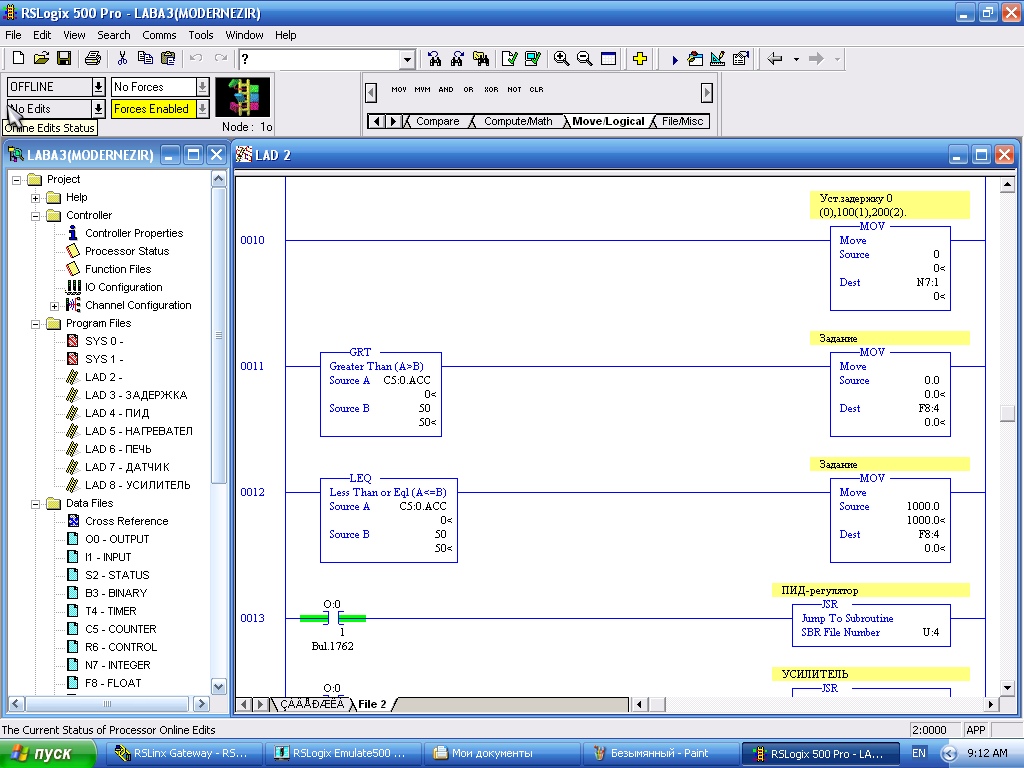
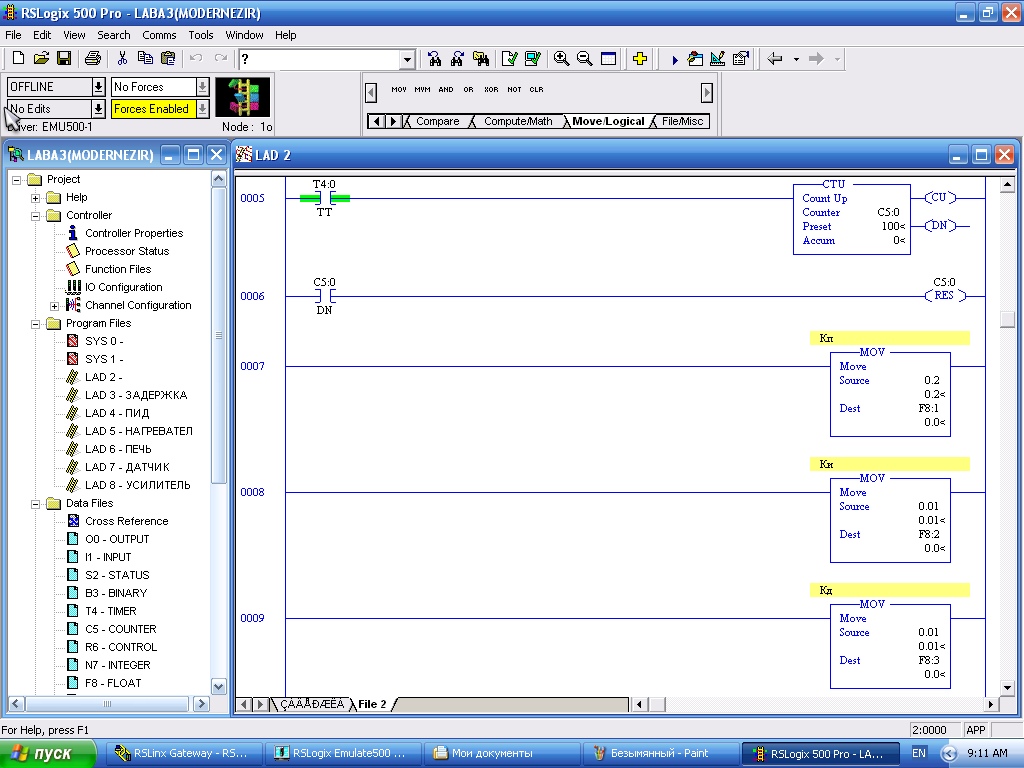
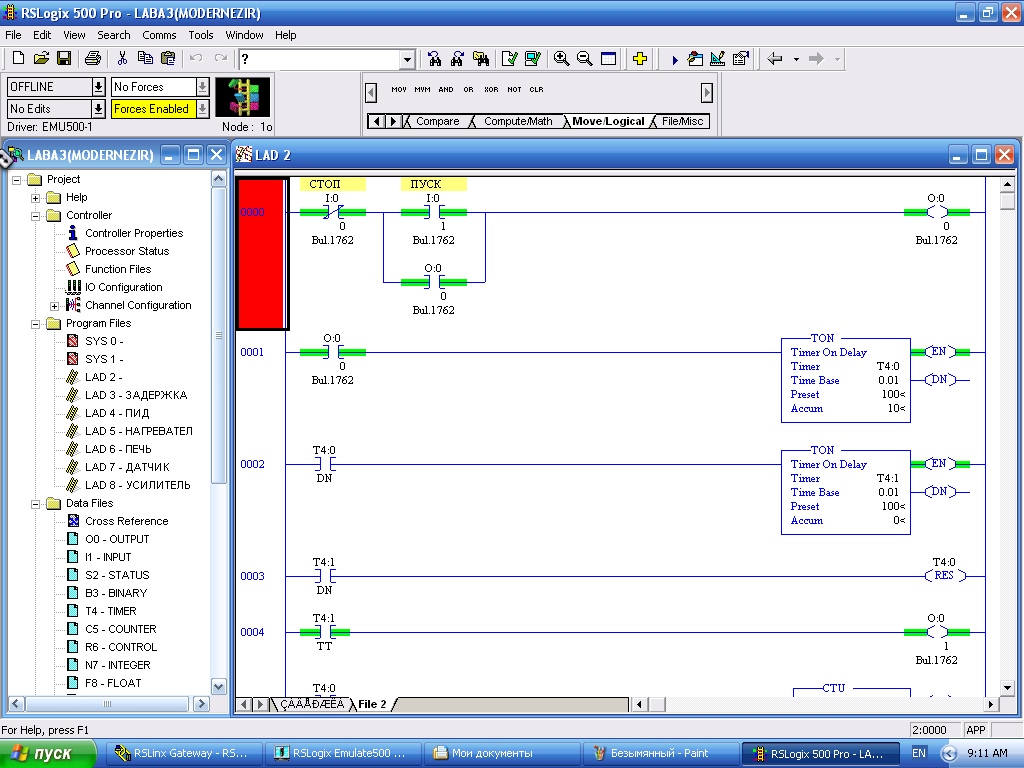


Рисунок 2 – программа САР печи

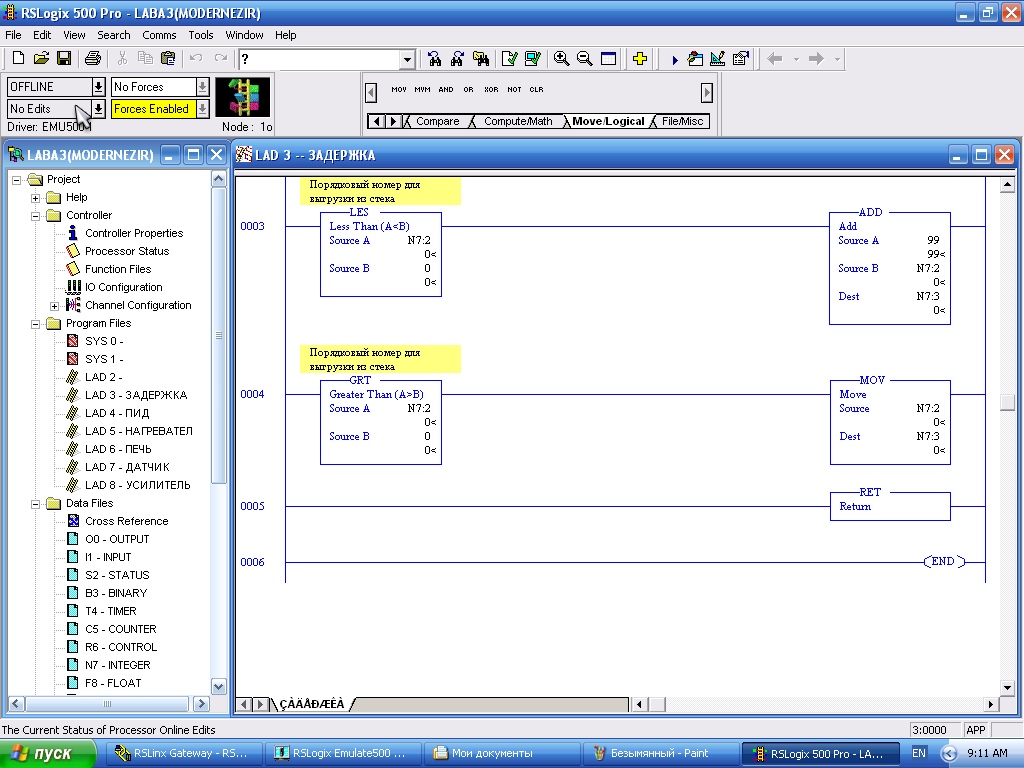


Рисунок 3 – подпрограмма задержки

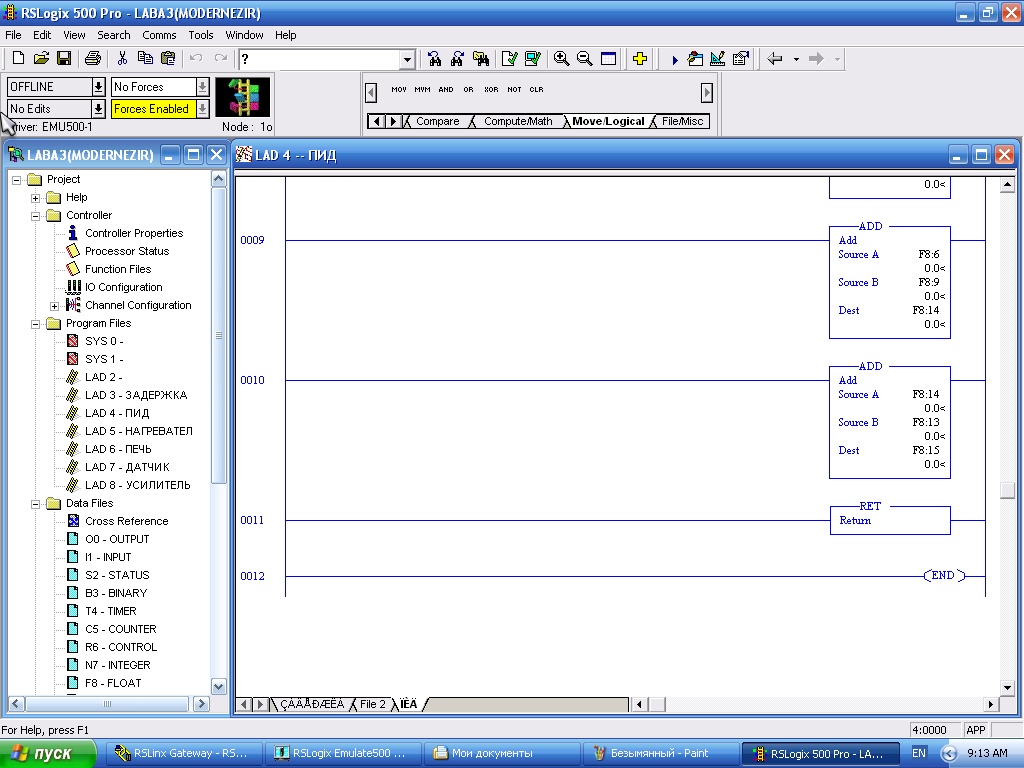
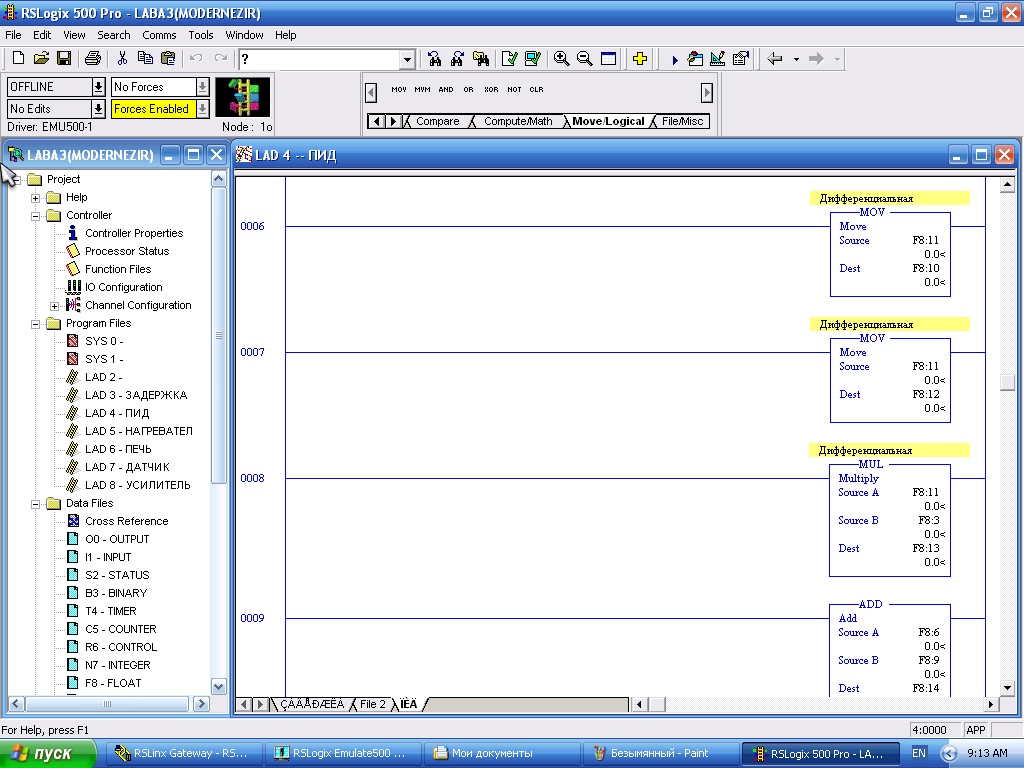
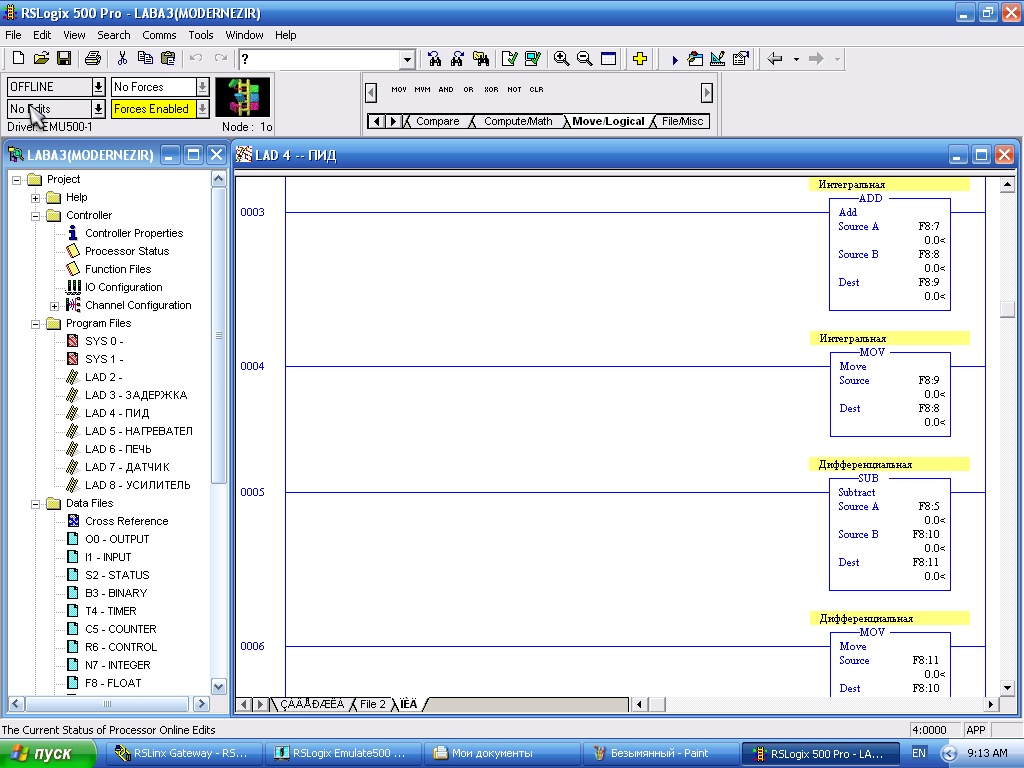
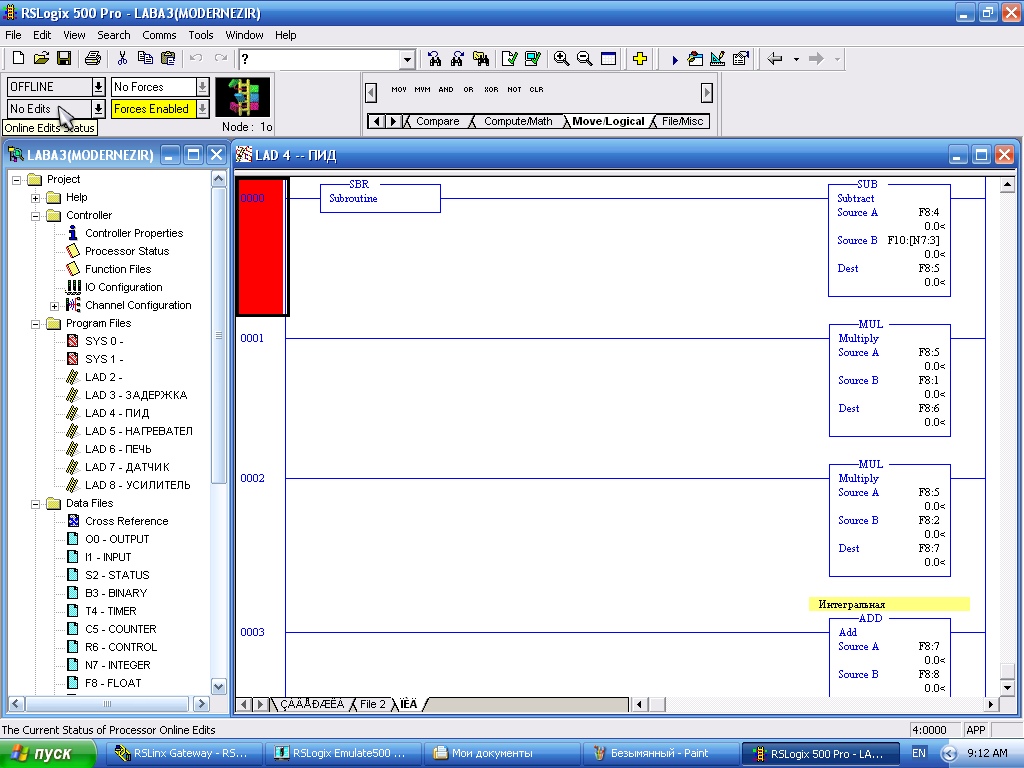


Рисунок 4 – подпрограмма ПИД-регулятора

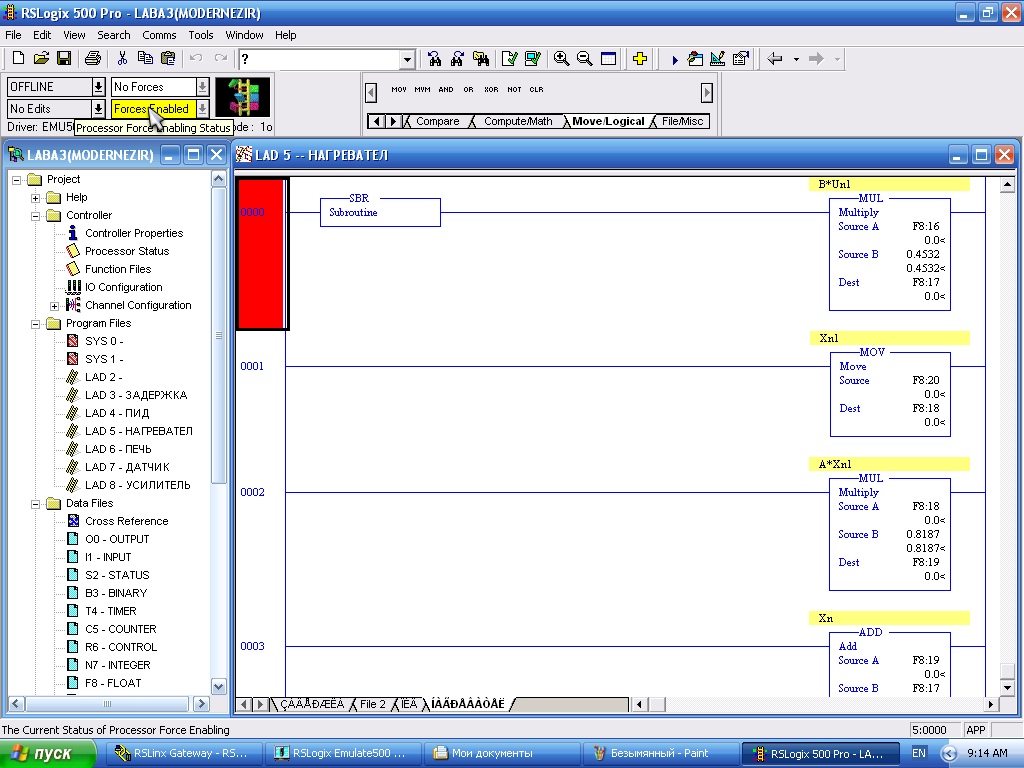
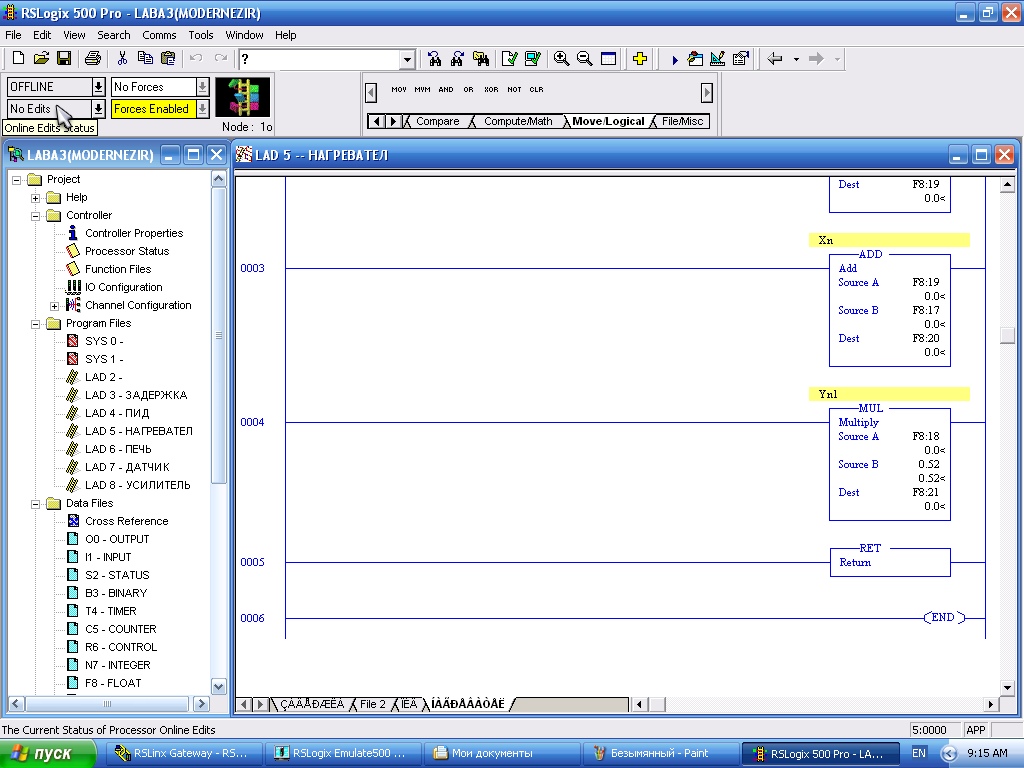
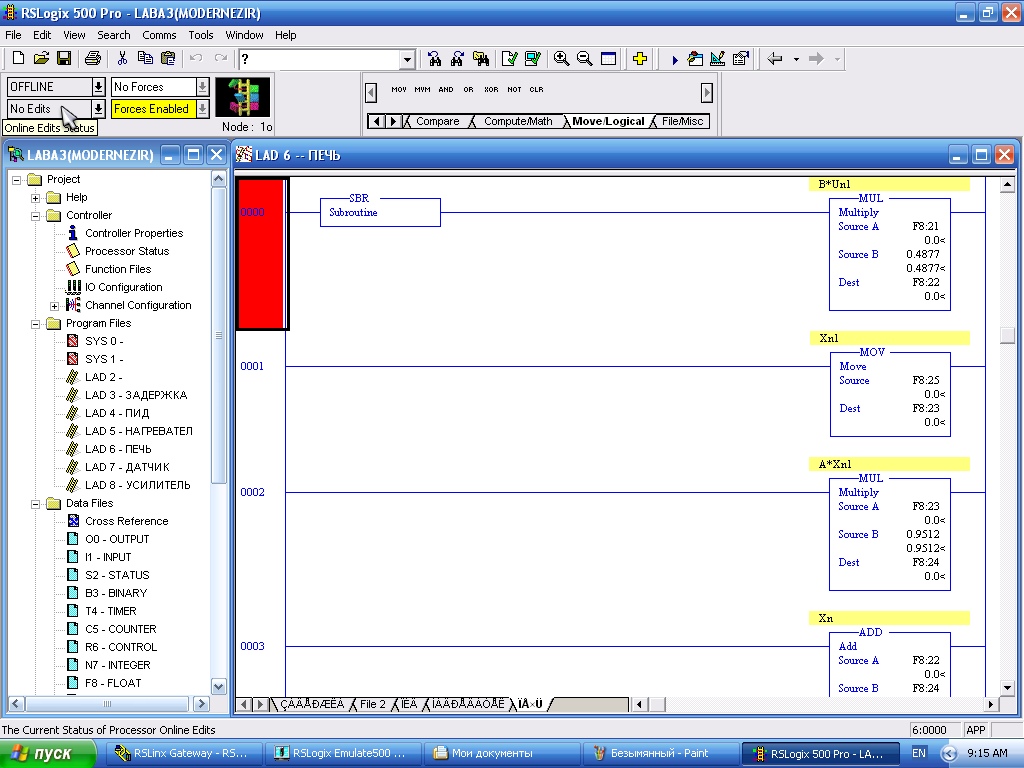
 

Рисунок 5 – подпрограмма нагревателя



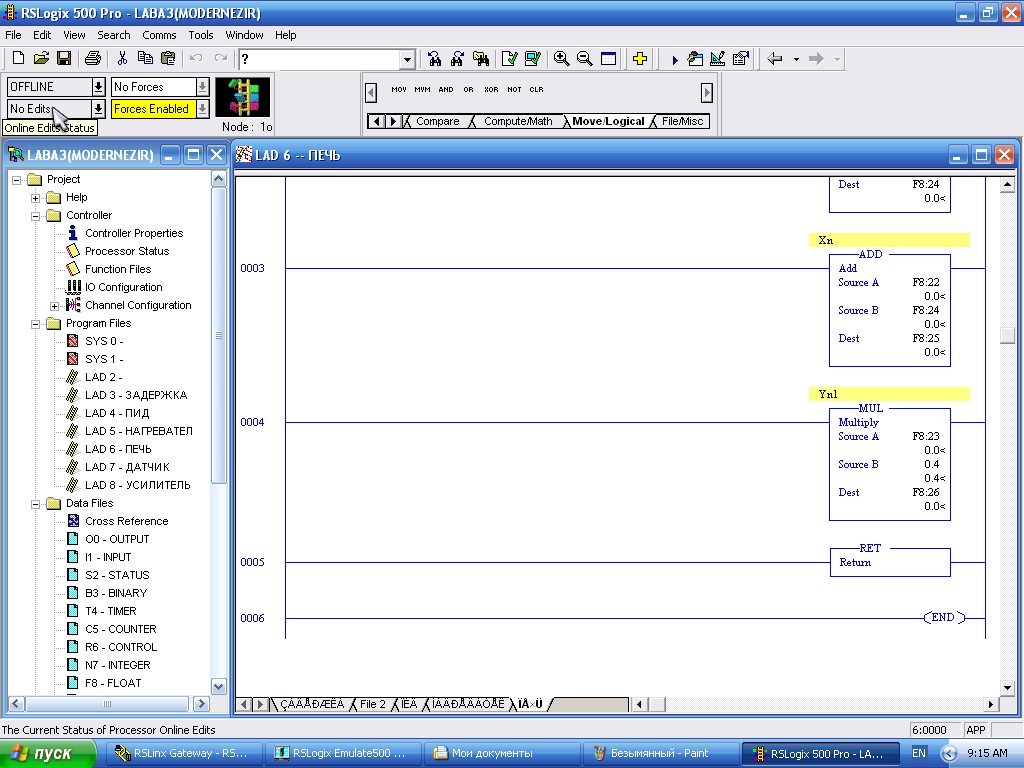
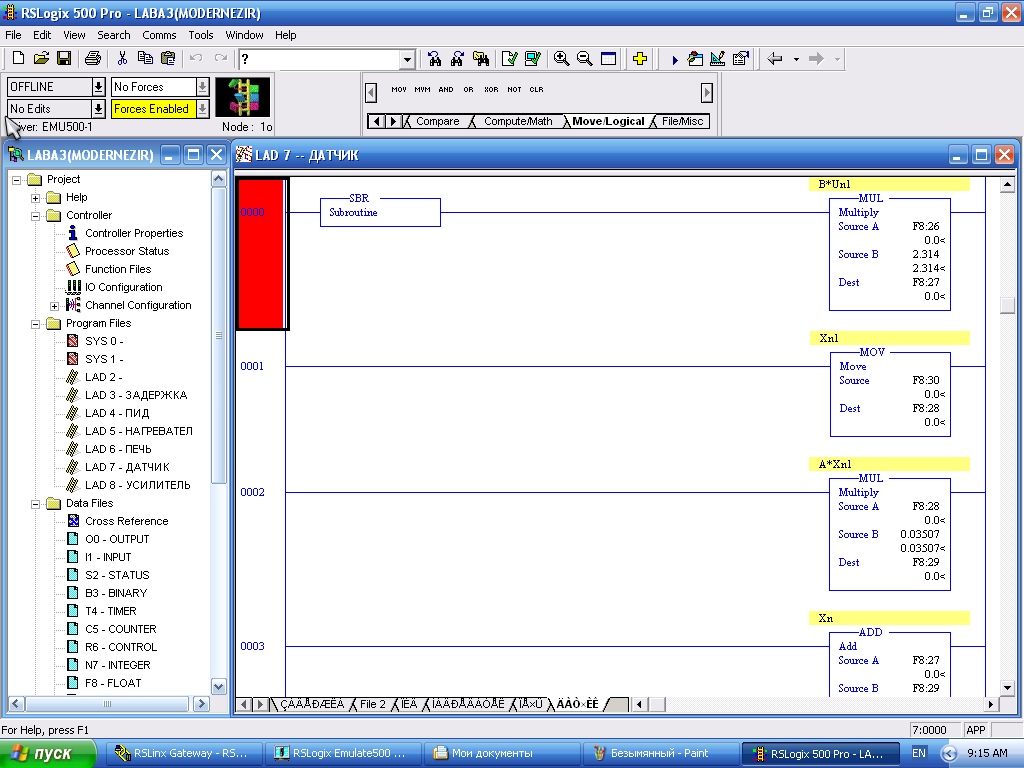


Рисунок 6 – подпрограмма печки



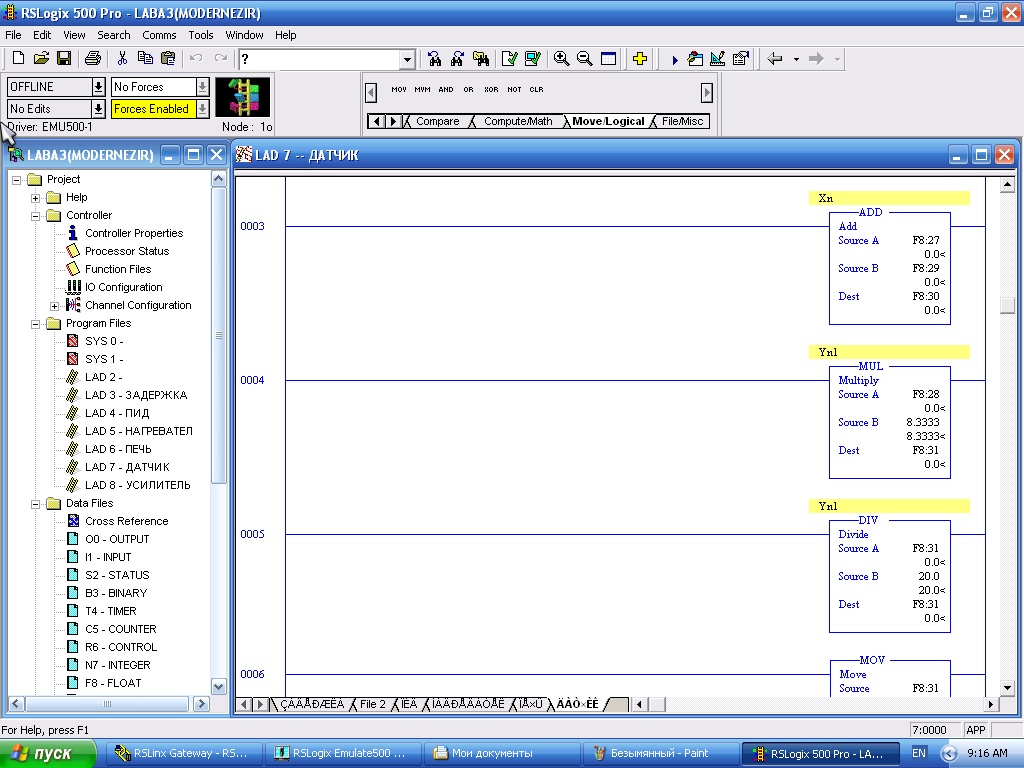


Рисунок 7 – подпрограмма датчика

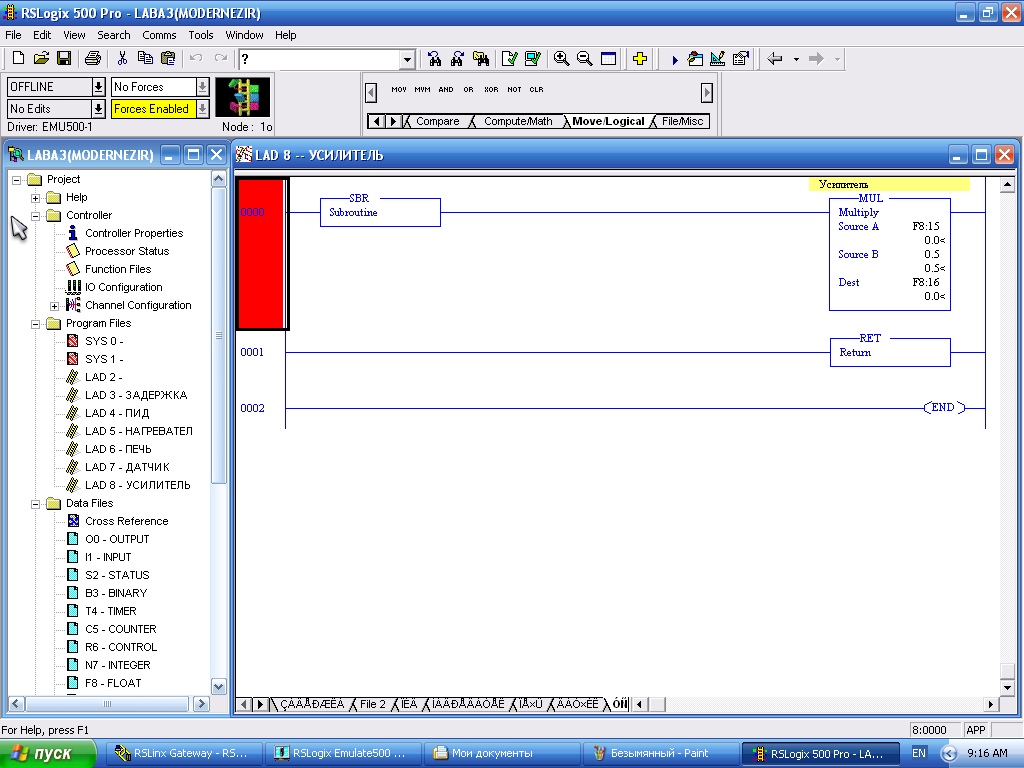


Рисунок 8 – подпрограмма усилителя

В подпрограмме U:3 реализована транспортная задержка (рисунок 3). В цифровых системах сигналы передаются не мгновенно, а с некоторой задержкой во времени. В цепи обратной связи системы автоматического регулирования, значение ошибки приходят через определенное время. Данная задержка реализована через массив переменных. Действующие значение рассогласования записывается в A[i] ячейку массива, а считывается и поступает на вход сумматора с А[i-d], где d – величина задержки и записана в ячейке N7:1. Возможно в нашей лабораторной работе она была реализована неправильно, потому что, подавая выходной сигнал на ПИД-регулятор со стеком c 0 задержкой или без стека напрямую графики переходных процессов должны быть одинаковыми. На практике иначе, а именно: выход на режим со стек c 0 задержкой будет происходить за временной интервал более чем 100 секунд. Следовательно, мы можем сделать вывод о неверной реализации стека. Подтверждением этому служат рисунки 9 и 10. Коэффициенты ПИД-регулятора в обоих случаях одинаковы и составляют Настройка ПИД-регулятора осуществлялась методом ручной настройки.

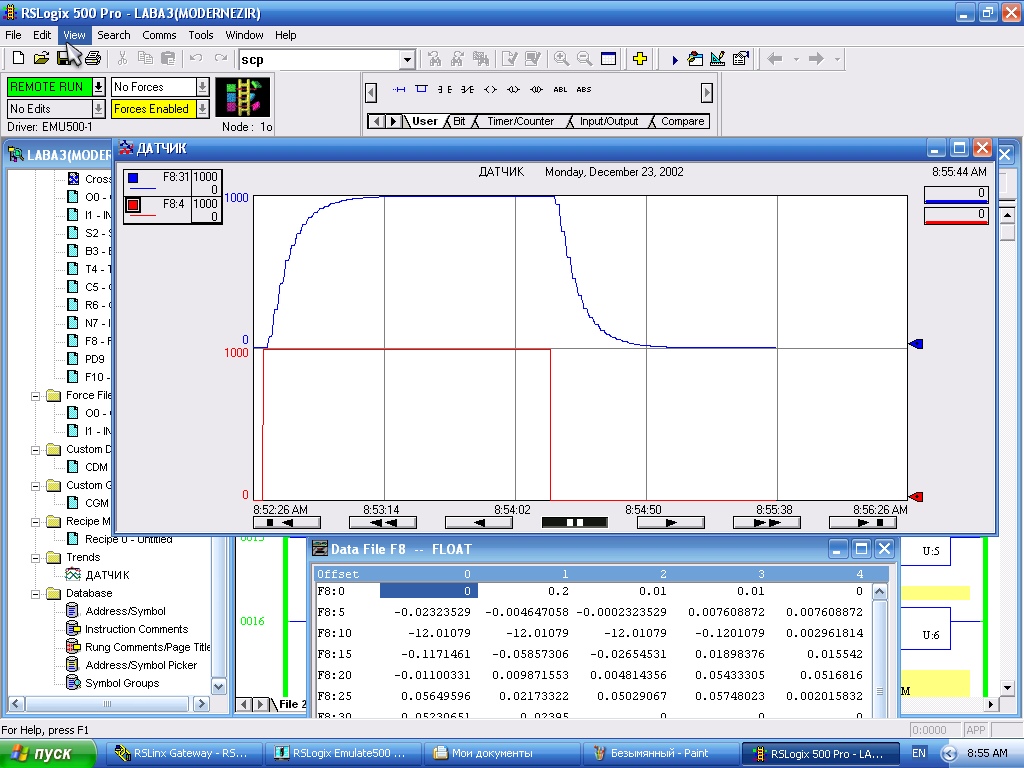


Рисунок 9 – переходная характеристика температуры печи без стека, где выход печи на режим составляет 45 секунд, что укладывается в рамки задания.

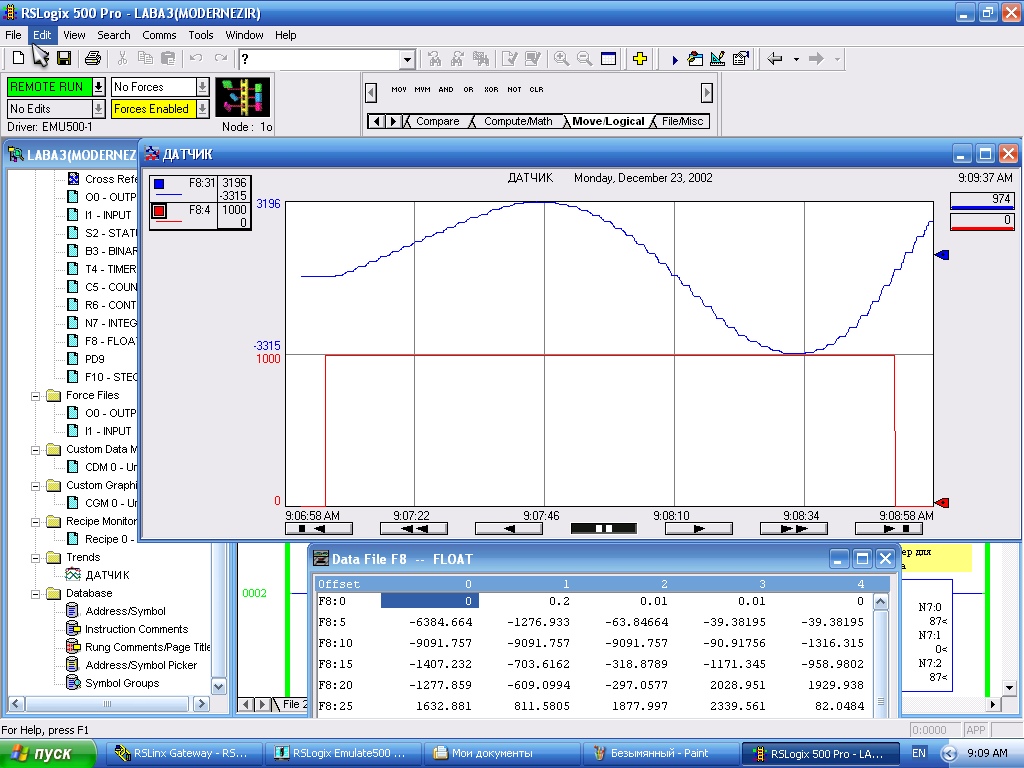


Рисунок 10 – переходная характеристика температуры печи со стек, где выход печи на режим будет происходить более чем за 100 секунд

**Вывод:** в результате данной лабораторной работы была реализована САР температуры печи. Было сделано предположение, что с увеличением транспортной задержки должно увеличивается время выхода печи на заданную температуру, потому что сигнал будет приходить с некоторой задержкой.