

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

«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА БАЗЕ
ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «КОНТАР»**

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине

«Программное обеспечение систем управления»

для студентов направлений подготовки

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

(профиль «Автоматизация технологических процессов и производств

(машиностроение)»),

27.03.04 «Управление в технических системах» (профиль «Системы и

технические средства автоматизации и управления»)

Курган 2017

Кафедра: «Автоматизация производственных процессов».

Дисциплина: «Программное обеспечение систем управления».

Составил: канд. техн. наук, доц. Е.К. Карпов.

Утверждены на заседании кафедры

20 октября 2016 г.

Рекомендованы методическим советом университета

17 декабря 2015 г.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация процесса нагрева теплоносителя, поддержания его температуры в заданных границах, реализация высокого качества переходных процессов а также создание «дружелюбного» интерфейса пользователя на базе микроконтроллерных систем управления являются актуальными задачами, имеющими обширную область применения на промышленных объектах.

Лабораторная работа выполняется с целью закрепления теоретических знаний и приобретения навыков программирования и отладки программ для контроллеров «КОНТАР».

1 ОПИСАНИЕ И СОСТАВ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «КОНТАР»

Лабораторный стенд представляет собой макет нагревательной установки с обратной связью посредством датчика температуры. В состав системы управления программно-технического комплекса «КОНТАР» входят контроллер МС8.3 и модуль расширения дискретных входов и выходов ME16 производства ОАО «Московский завод тепловой автоматики». Стенд оснащён четырьмя светодиодами, кнопкой и двумя переключателями, что позволяет дополнить лабораторные работы, выполняемые на нём, вариативной частью. Модули, из которых состоит стенд, могут быть применены в реальной автоматизированной системе управления. Для удобства они закреплены на планшете, произведена разводка всех соединений, цифровые выходы модулей для отображения их состояния нагружены на светодиоды, аналоговый выход соединён с негабаритным аналоговым механизмом. Аналоговый вход подсоединён к датчику температуры¹.

Контроллер МС8.3, входящий в состав комплекса «КОНТАР», имеет 4 дискретных и 8 аналоговых входов, а также 8 дискретных и 2 аналоговых выхода и предназначен для автоматизированного управления, контроля и мониторинга разнообразных технологических процессов:

- на объектах ЖКХ;
- в системах HVAC (отопление, вентиляция и кондиционирование) ресторанов, офисных зданий, спортивных сооружений, образовательных и медицинских центров;
- в различных установках для производства стройматериалов, пищевой промышленности и т.п.

Контроллер позволяет осуществлять сбор информации от любых источников (датчики температуры, давления, расхода, тепло-, водо-, электросчетчики и т.п.) и передавать ее на верхний уровень с использованием различных каналов связи, в том числе сети Интернет. Контроллер может использоваться автономно или быть включенным в сеть приборов «КОНТАР» в составе распределенной системы управления.

¹ Руководство по эксплуатации Контроллеров МС8.3 и МС12 – 2015. – 47 с

В состав комплекса «КОНТАР» входит модуль расширения дискретных входов и выходов ME16. Основное его назначение – увеличение количества дискретных входов и выходов в сети контроллеров «КОНТАР». Обмен информацией между модулями и остальными приборами «КОНТАР» осуществляется по интерфейсу RS485. Позволяет расширить систему дискретных входов комплекса на 16 штук, а дискретных выходов – на 4.

Функциональные возможности комплекса «КОНТАР»

- Измерение сигналов, поступающих от аналоговых и дискретных датчиков технологических параметров.

- Формирование дискретных и аналоговых выходных сигналов для управления исполнительным оборудованием.

- Реализация алгоритмов функционирования, необходимых для управления конкретными технологическими процессами (например, аналоговое или импульсное ПИД-регулирование, различные виды формирования задания, в том числе с возможностью изменения в реальном времени, программно-логическое управление, автоматическое включение резервного оборудования и т.д.).

- Архивирование событий во внутренней памяти контроллера.

- Контроль и изменение значений параметров с помощью встроенного или внешнего пульта управления или персонального компьютера (ПК).

- Автоматическое изменение параметров с помощью планировщика.

- Формирование, хранение и передача аварийных сигналов.

- Поддержка различных видов интерфейсной связи, в том числе:

- RS485 (с гальваническим разделением) для объединения в сеть с другими приборами "«КОНТАР»";

- RS232 для подключения периферийных устройств различных производителей, для объединения с модулем расширения дискретных входов и выходов ME4 (образование расширенного контроллера) или другим контроллером MC8.3 / MC12 (образование составного контроллера);

- RS485 для подключения периферийных устройств различных производителей;

- RS232/USB/Ethernet (в зависимости от исполнения) для наладки и диспетчеризации.

Для связи с верхним уровнем осуществляется подключение к Интернет без использования компьютера: через модем, роутер или по локальной сети. Возможен обмен данными через Ethernet с другими сетями приборов «КОНТАР».

- Обеспечение функций приборов приемно-контрольных охранно-пожарных (ППКОП) и приборов пожарных управления (ППУ) в системах газового, порошкового и аэрозольного пожаротушения, а также в системах противодымной защиты зданий и сооружений согласно НПБ 75-98.

2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И СРЕДА ПРОГРАММИРОВАНИЯ «КОНГРАФ»

Вопросы программирования и программного обеспечения подробно рассмотрены в методических указаниях «Изучение среды программирования «КОНГРАФ» для разработки программ на языке функциональных блоков» по дисциплине «Микроконтроллеры и микропроцессоры в системах управления».

Проектирование автоматизированной системы управления включает следующие этапы:

- 1) разработка алгоритма управления;
- 2) симуляция алгоритма управления;
- 3) трансляция алгоритма управления.

Алгоритм управления разрабатывается в «КОНГРАФ» на языке функциональных блоков (язык FBD, Functional Blocks Diagram – один из пяти технологических языков программирования контроллеров международного стандарта IEC-61131-3).

Любую часть создаваемого алгоритма управления или весь проект в целом можно предварительно (до трансляции и загрузки исполняемого кода в модули ПТК «КОНТАР») проверить программно, т.е. выполнить симуляцию нужной части проекта. При этом, как правило, оперативно находят ошибки в работе алгоритма, которые необходимо или желательно переработать.

Трансляция проекта производится по команде, вызываемой непосредственно из «КОНГРАФ». При этом предварительно формируется описание всего проекта в XML-формате с формированием сообщений об обнаруженных ошибках и/или подозрительных местах в проекте и списками параметров в каждом из модулей проекта. После того, как число ошибок будет равно нулю, этот XML-файл передается на сервер трансляции (на сервер МЗТА или сервер разработчика, если у него есть транслятор Keil C51).

Если трансляция прошла успешно, исполняемые файлы (файлы, предназначенные для загрузки в модули ПТК «КОНТАР») возвращаются на компьютер разработчика для последующей их загрузки в модули АСУ.

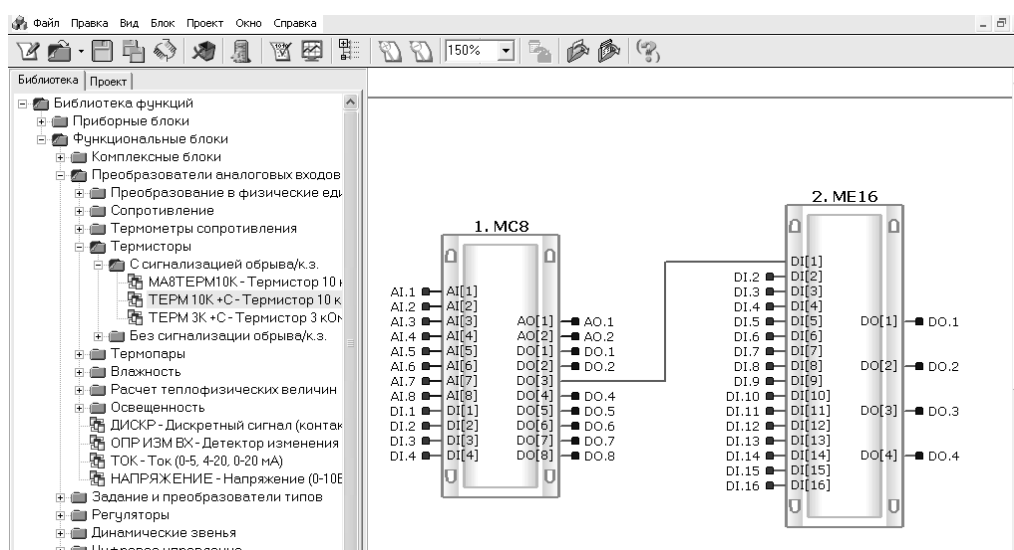


Рисунок 1 – Внешний вид программы «КОНГРАФ»

На рисунке 1 представлен внешний вид программы, в которой осуществляется процесс программирования на языке функциональных блоков. В левой части окна программы представлены в виде списка все доступные для программирования блоки, при помощи которых можно реализовать математические операции, дискретную логику, преобразование аналоговых и цифровых величин, а также различные законы автоматизированного управления. В правой части окна находится готовый проект. В этой программе осуществляется также компиляция и тестирование кода программы для контроллера.

В программе «КОНТАР-Консоль», внешний вид которой представлен на рисунке 2, производится загрузка программного кода в контроллер, а также осуществляется двухсторонняя передача параметров для их ручного контроля и отслеживания.

Интерфейс программы позволяет переводить выходы контроллера в ручной и автоматический режим. В первом случае алгоритм программы будет выполняться, но сигналы на выходы идти не будут.

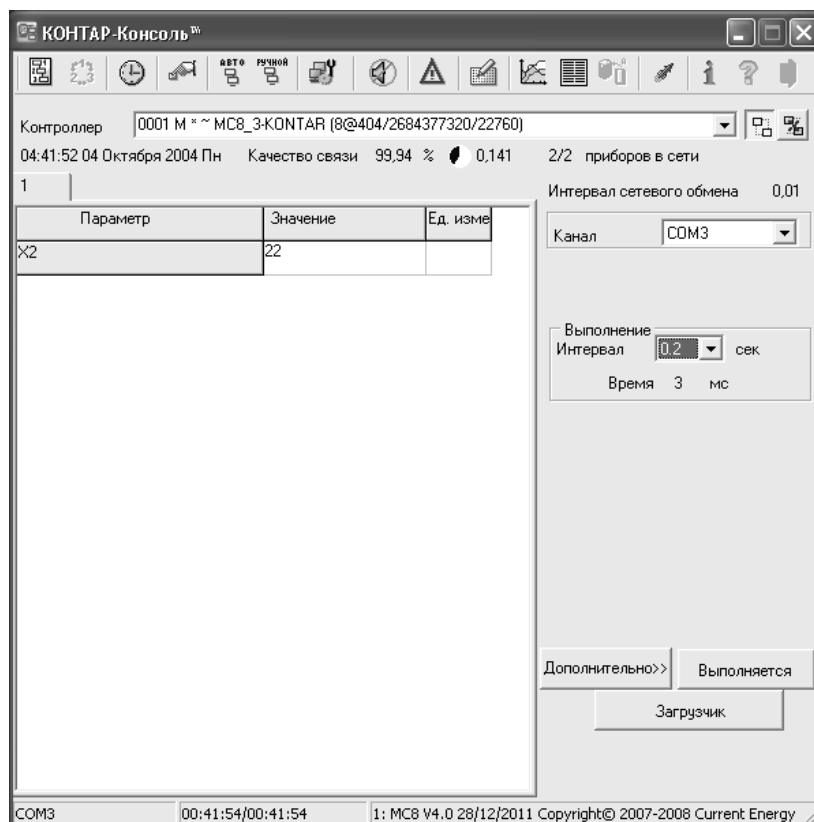


Рисунок 2 – Внешний вид программы «КОНТАР-Консоль»

Вся дальнейшая работа будет осуществляться в этих программных пакетах.

3 ДВУХПОЗИЦИОННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Далее приведено описание процесса программирования контроллера для решения задачи поддержания температуры не ниже заданного значения

посредством нагревательного элемента (лампочки). Измерение температуры будет осуществляться посредством термистора.

Задания: 1) повторить весь процесс программирования и выполнить программу для температуры 47 градусов Цельсия;

2) дополнить программу системой индикации: если температура ниже 47 градусов – горит красный левый диод, если выше 52 градусов – горит красный правый диод, если измеряемое значение температуры находится в диапазоне от 47 до 52 градусов и нагрев включён, то горит зелёный левый диод, если нагрев выключен, температура меньше 52 градусов и больше 47 градусов, то горят оба зелёных диода;

3) исследовать различные блоки библиотеки программы и реализовать исходный алгоритм управления, не используя блок «БОЛЬШЕ».

При создании нового проекта необходимо выбрать тип «Kontar» (рисунок 3) и указать его имя. Все проекты сохраняются в папке текущего пользователя компьютера в подпапках с именами проектов в качестве названий.

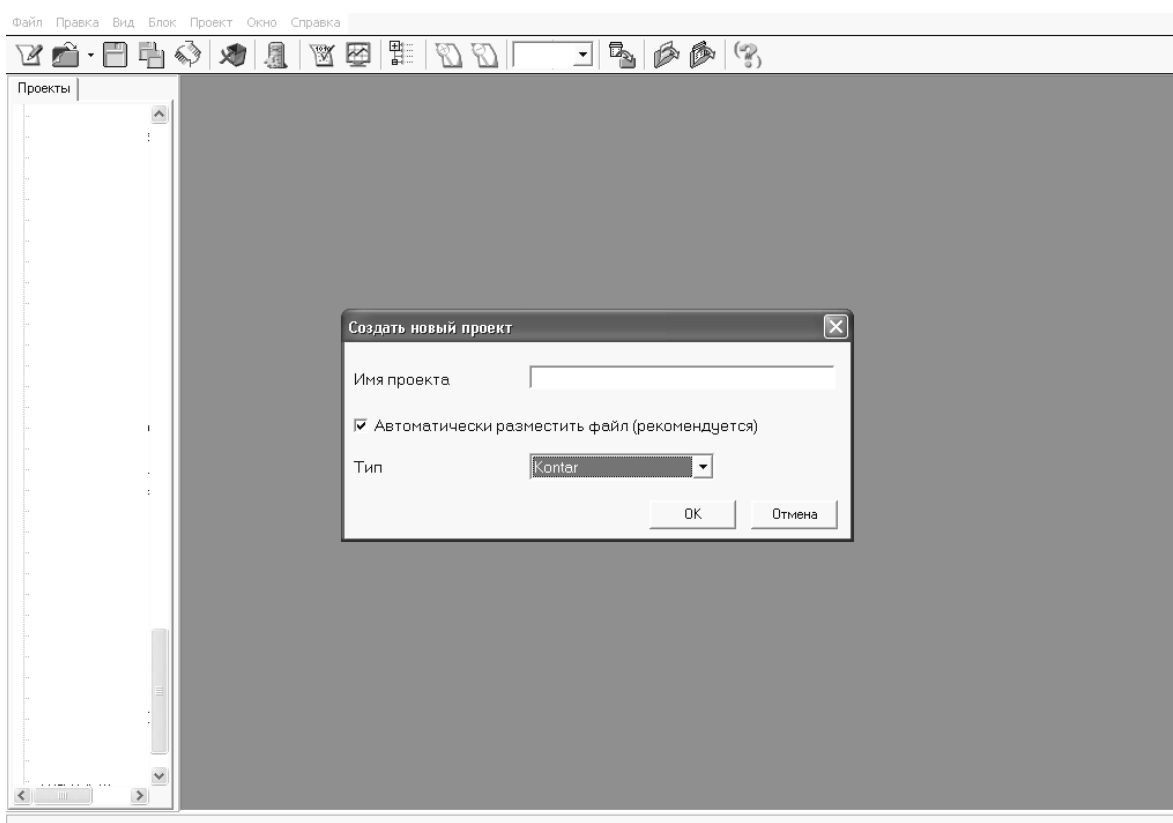


Рисунок 3 – Создание нового проекта

Первым делом в новый проект необходимо добавить наш контроллер из библиотеки элементов – подпапки «Контроллеры» (рисунок 4). В поле тип выбирается «Контроллер MC8.3», в противном случае программа не сможет на него загрузиться. Аналогичным образом добавляется релейный модуль ME16 (рисунок 5).

Теперь необходимо настроить режим MASTER для контроллера MC8.3. Для этого надо нажать на него правой кнопкой мыши, выбрать «Свойства...» и во вкладке «Блок» установить тип MASTER (рисунки 6, 7).

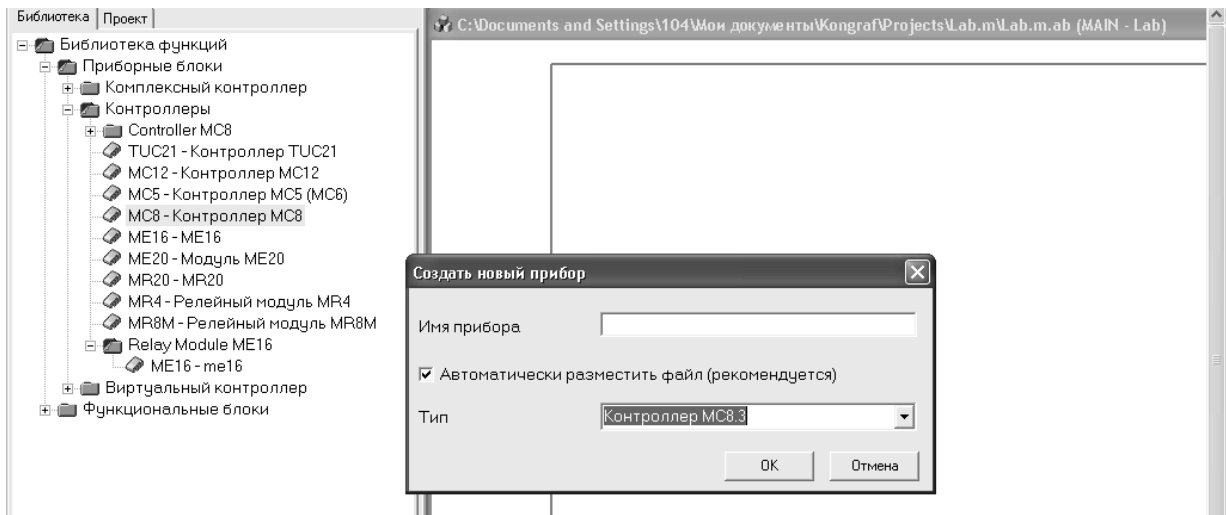


Рисунок 4 – Добавление микроконтроллера MC8.3

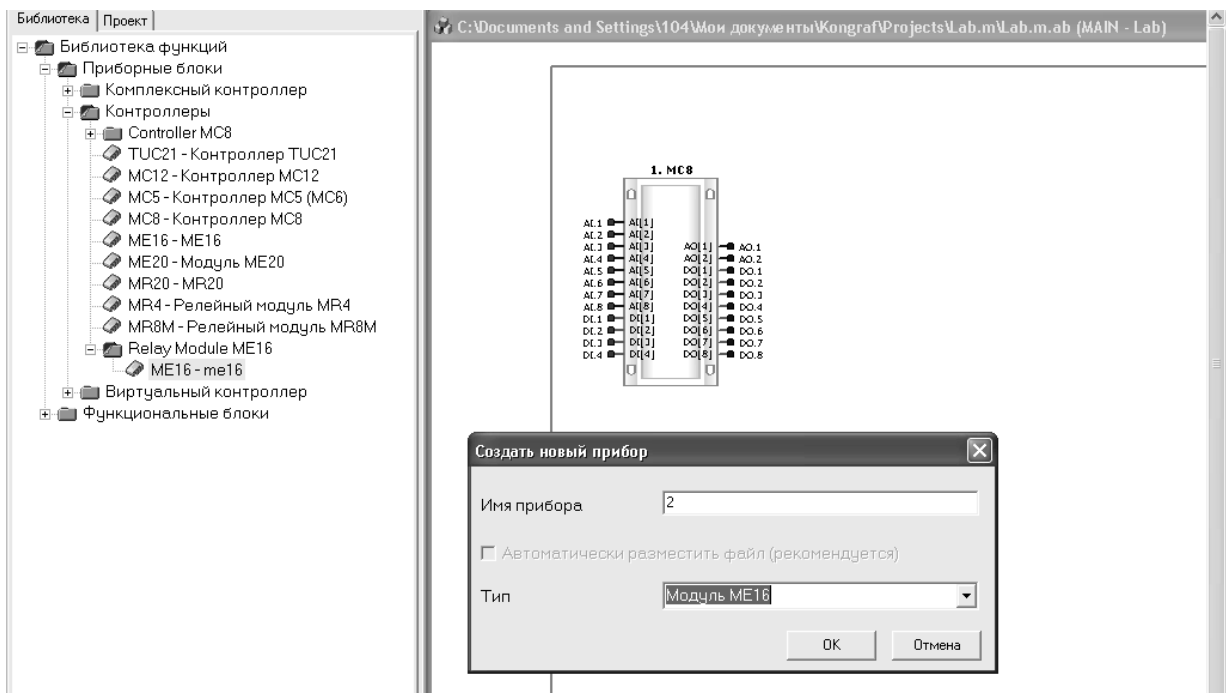


Рисунок 5 – Добавление релейного модуля ME16

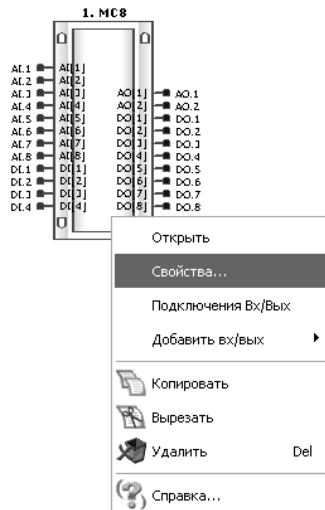


Рисунок 6 – Редактирование свойств контроллера

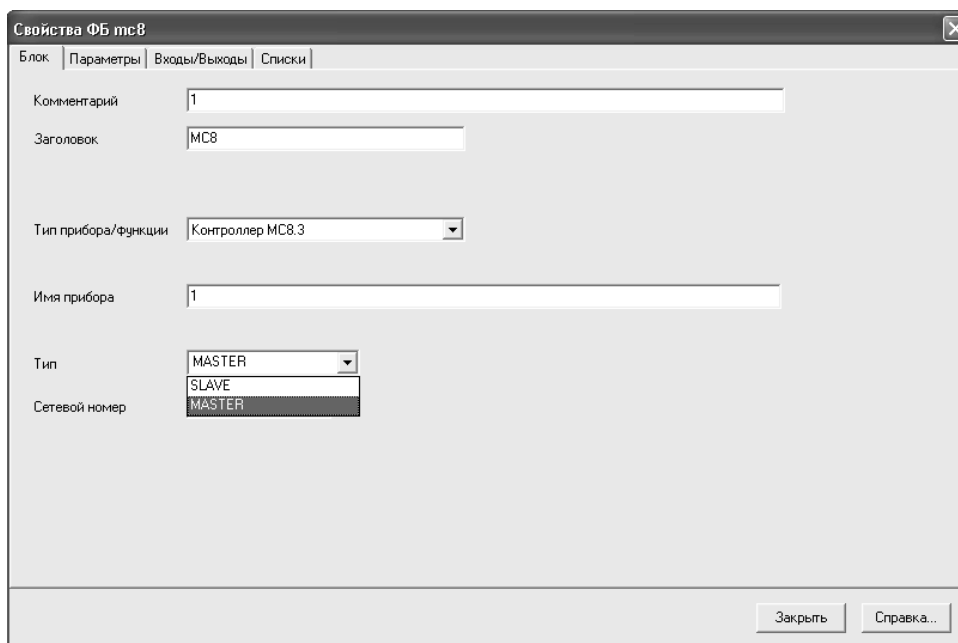


Рисунок 7 – Определение типа микроконтроллера (MC8.3 - MASTER, ME16 - SLAVE)

В настройках блока ME16 (рисунок 8) также необходимо проверить тип (SLAVE) и установить сетевой номер 2 (у MC8.3 – сетевой номер 1).

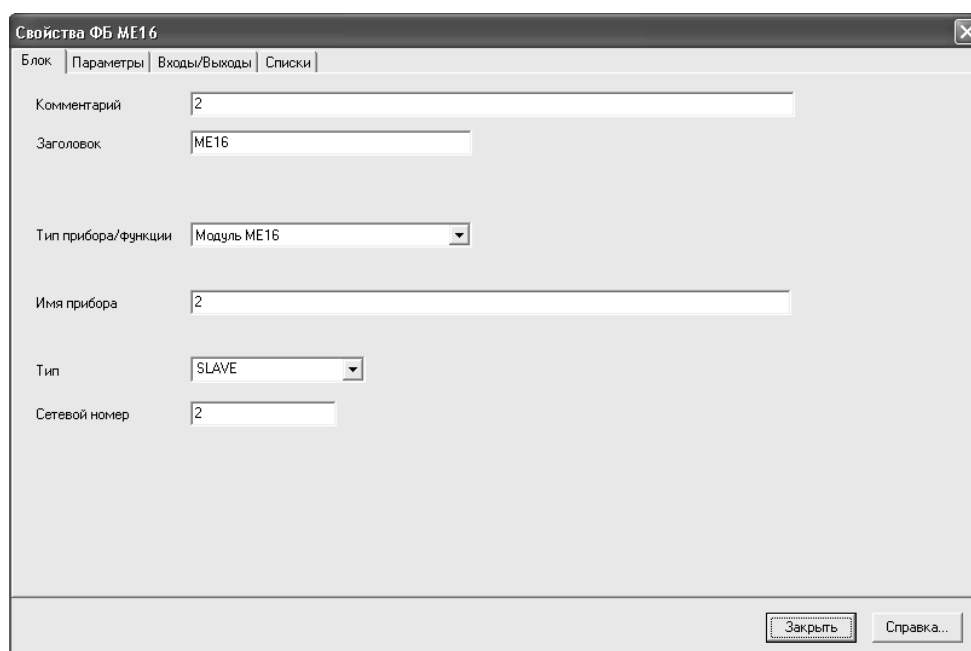


Рисунок 8 – Определение сетевого номера контроллера (MC8.3 - 1, ME16 - 2)

После этого щёлкаем левой клавишей мышки по блоку MC8.3 в правом рабочем поле программы и начинаем программировать логику работы системы управления. В библиотеке блоков из преобразователей аналоговых сигналов добавляем термистор, который используется в стенде ТЕРМ 10К с сигнализацией обрыва (рисунок 9). Физически термистор соединён с первым аналоговым входом контроллера, поэтому в программе также соединяем первый вход AI[1] (Analog Input) с входом блока термистора. К выходу блока

термистора YCEL (числовое значение измеряемой температуры) присоединяем логический блок «Больше» – он находится во вкладке математических функций



Рисунок 9 – Добавление термистора

библиотеки элементов (рисунок 10). Работает он следующим образом: когда на входе X1 значение больше, чем на входе X2, на выход блока Z подаётся логическая единица, в противном случае – ноль. Так как по условию задания необходимо поддерживать температуру на уровне 50 градусов, т.е. нагревательный элемент должен включаться, если измеренная температура ниже, то значение термистора надо подавать на второй вход логического блока.

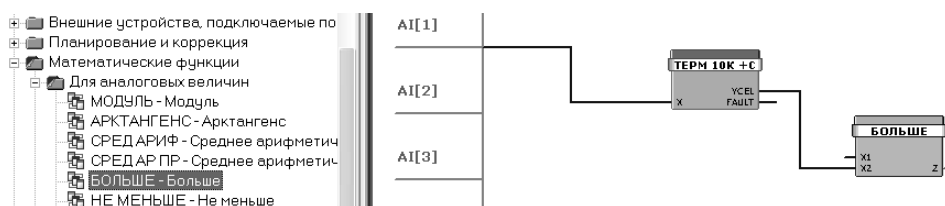


Рисунок 10 – Добавление логического блока «Больше»

Выход блока «Больше» подаётся на дискретный выход контроллера DO[1] (Discrete Output). К этому выходу физически подключён нагревательный элемент стенда – лампа накаливания (рисунок 11).

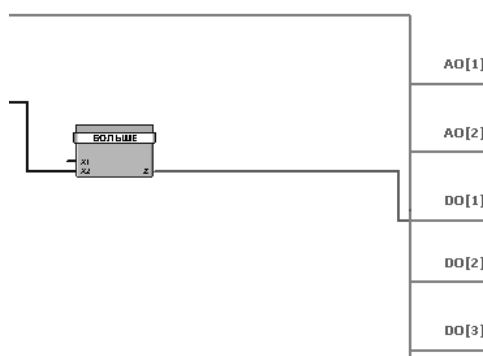


Рисунок 11 – Программное подключение выхода логического блока к дискретному выходу

Теперь осталось настроить логический блок «Больше», чтобы программа выполнялась так, как задумано. Для этого нажимаем на него правой кнопкой мыши, выбираем «Свойства...» и во вкладке «Параметры» устанавливаем галочку около «Константа» для Входа 1 – X1, затем вводим в поле «Значение» 50 (рисунок 12). Теперь по умолчанию значение температуры термистора,

поступающее на вход 2, будет сравниваться с константой 50 – тем значением температуры, которое мы хотим поддерживать во время работы системы. Если значение X2 меньше 50, то на выходе блока Z будет логическая единица, включающая нагревательный элемент. Если X2 больше 50, то на выходе будет ноль.

Для наглядности процесса работы изменим свойства блока термистора (рисунок 13). Во вкладке «Параметры» для YCEL создадим список, нажав на его пиктограмму, и введём в поле «Имя» слово «Температура». Теперь во время работы программы на терминал Консоли будет постоянно выводиться актуальное измеренное значение температуры. Это поможет проверить правильность работы логики программы и сделает интерфейс более ориентированным на пользователя.

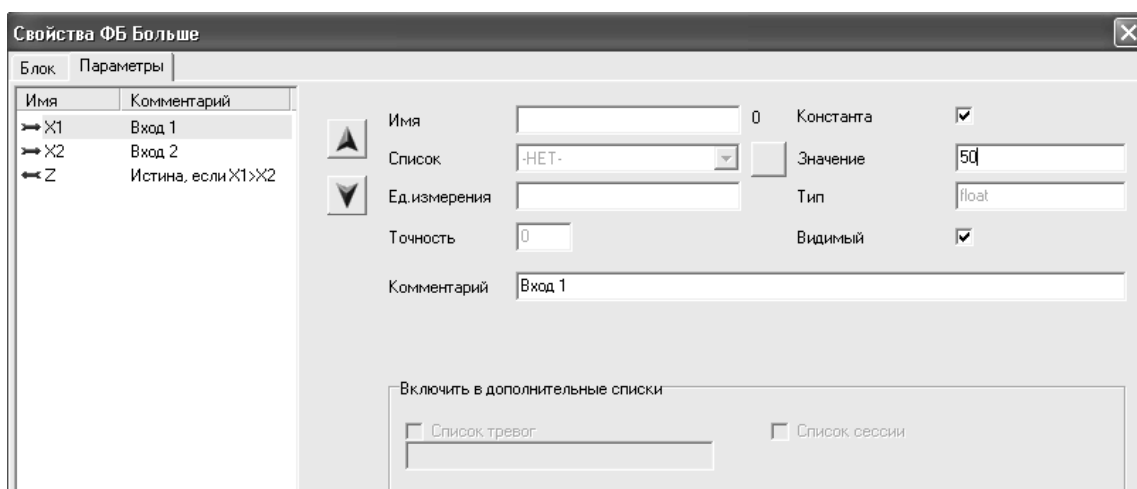


Рисунок 12 – Настройка логического блока «Больше»

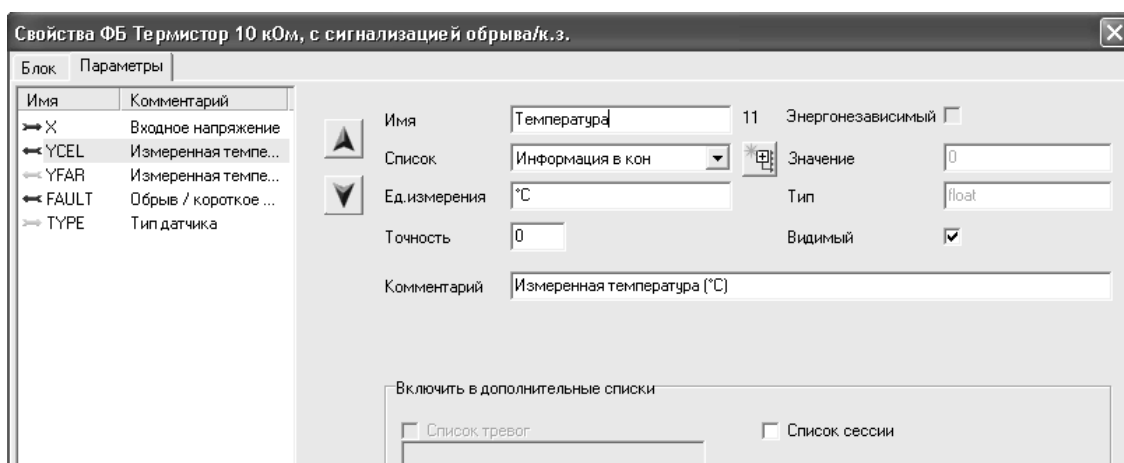


Рисунок 13 – Настройка параметров термистора

Чтобы записать проект в контроллер, сначала его надо скомпилировать: нажимаем на пиктограмму «Компилировать проект» и далее по инструкциям сохраняем его (рисунок 14). После этого запускаем программу «КОНТАР-Консоль» и подключаемся к контроллеру МС8.3 (рисунок 15). Выбираем в нижней части панели «Загрузчик» и скомпилированный файл программы, после этого жмём кнопку «Загрузить».

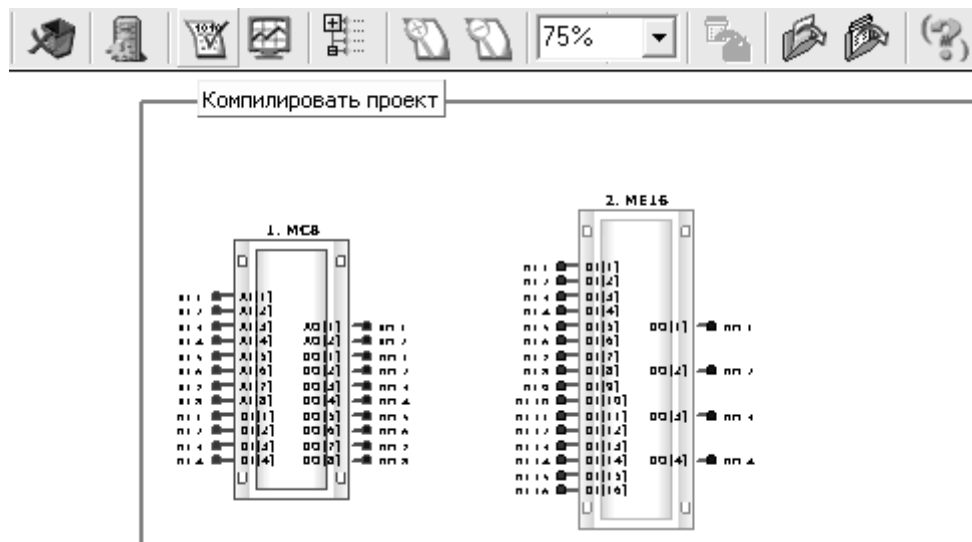


Рисунок 14 – Компиляция проекта

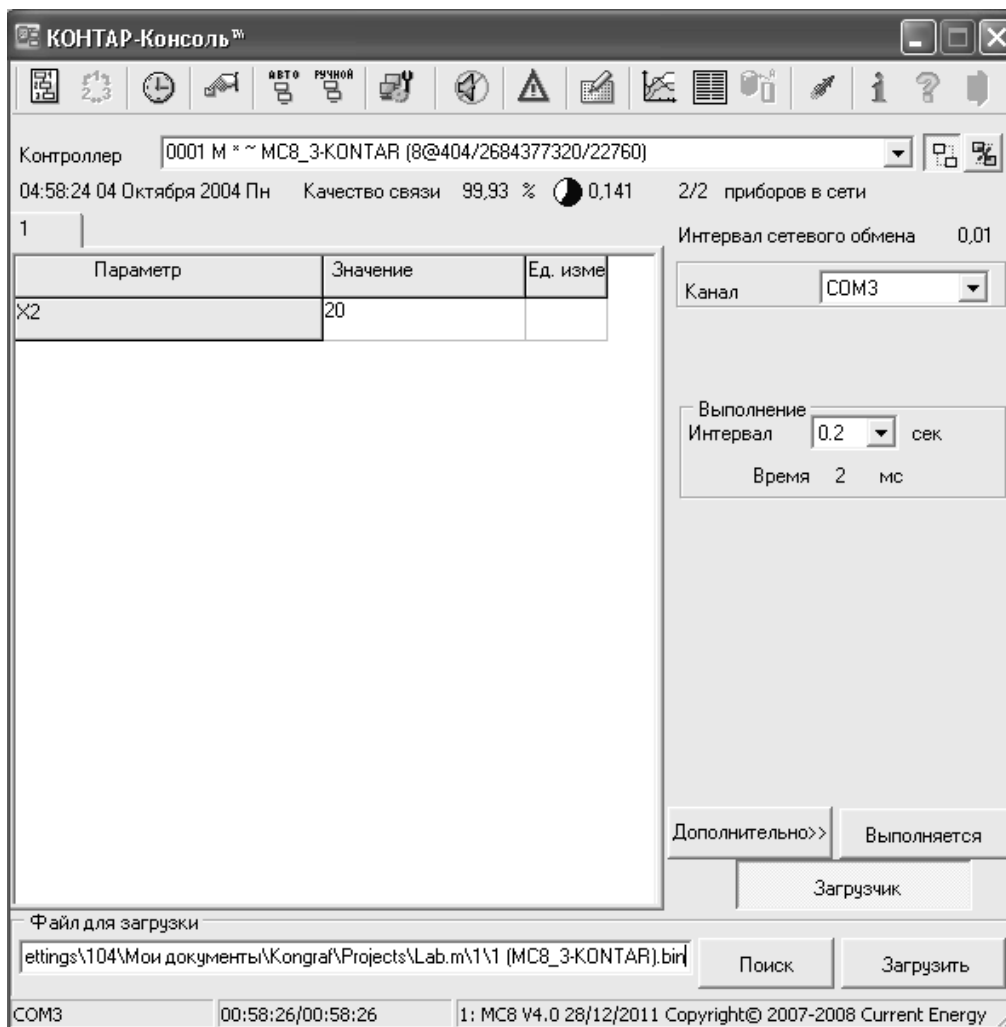


Рисунок 15 – Загрузка программы в контроллер

После окончания загрузки, если выходы контроллера установлены в автоматический режим, начнётся процесс поддержания заданного значения температуры при помощи двухпозиционного регулятора (рисунок 16).

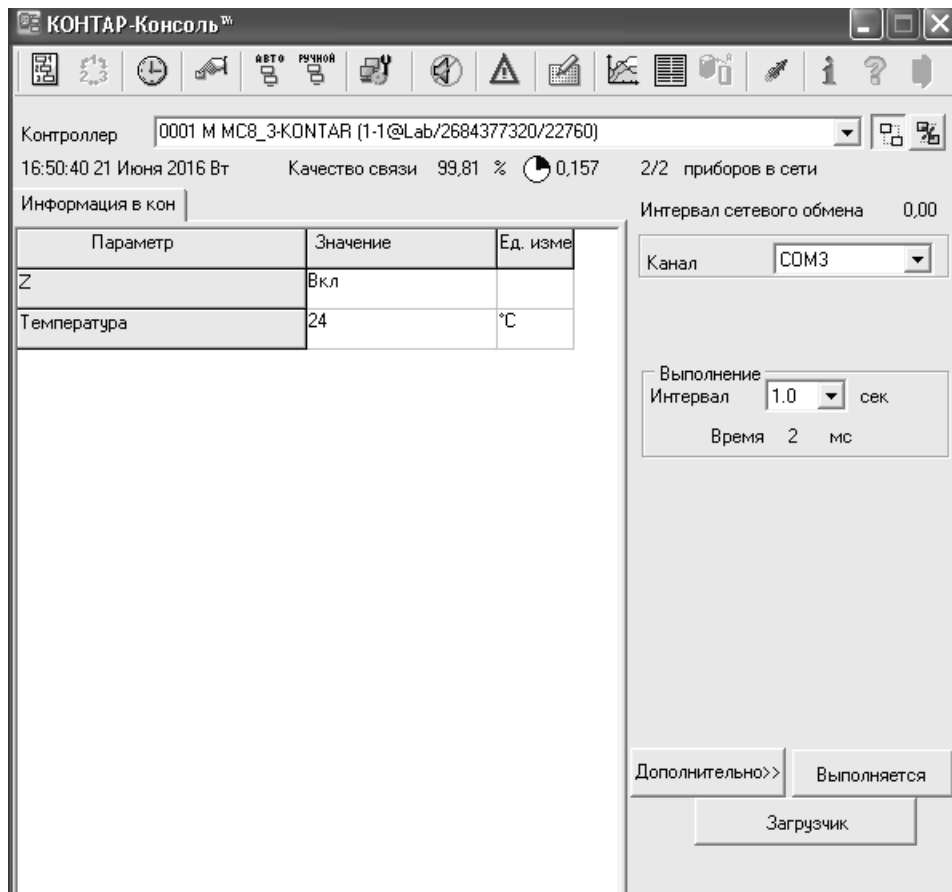


Рисунок 16 – Процесс выполнения программы

Для добавления индикации при выполнении программы необходимо подавать на диоды стенда соответствующие сигналы – логические нули и единицы, в зависимости от логики программы.

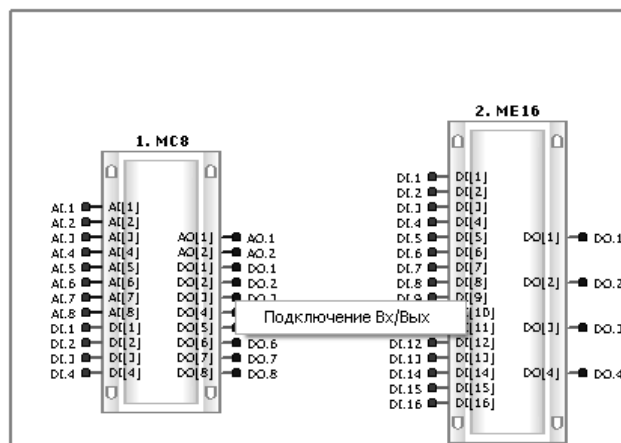


Рисунок 17 – Настройка связи между микроконтроллером и релейным модулем

Все диоды физически подключены к модулю дискретных сигналов МЕ16 – выходам DO[1-4]. Чтобы подавать на них сигналы, необходимо программно соединить блоки МС8.3 и МЕ16. Для этого в поле программы нажимаем правой кнопкой на один из дискретных выводов МС8.3. Появится выпадающее поле «Подключение Вх/Вых» (рисунок 17), нажав на которое необходимо будет установить значение в режим «НЕТ» (рисунок 18). Можно использовать любой

из дискретных выходов, но не стоит забывать, что к первому из них подключен нагревательный элемент, и отключать его таким образом не стоит.

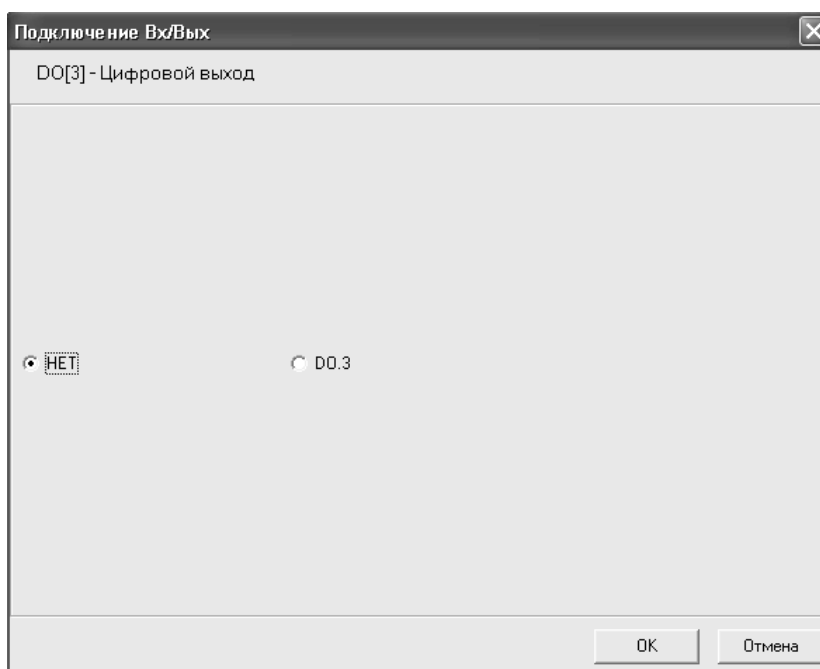


Рисунок 18 – Переключение режимов входов и выходов модулей контроллера

Аналогичным образом необходимо перенастроить один из входов модуля дискретных сигналов ME16. После этого их можно будет соединить таким же образом, как и обычные блоки программы и внутри блока ME16: подать данный сигнал прямо на один из дискретных выходов, к которым физически подключены диоды (рисунок 19).

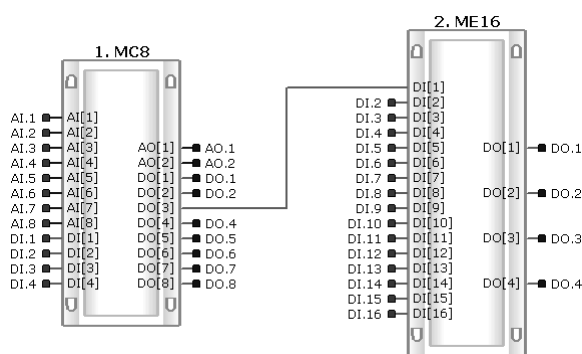


Рисунок 19 – Программное соединение модулей контроллера

4 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ И ЗАДАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

1 На базе какого микроконтроллера построен программно-технический комплекс «КОНТАР»?

2 Назовите основные области применения контроллеров «КОНТАР».

3 Назовите области промышленности, в которых невозможно применить данный контроллер, а также укажите – по каким причинам.

4 Спроектируйте свою систему управления, имеющую практическое применение, на базе данного контроллера и протестируйте алгоритм её работы.

5 Построить структурную или электрическую принципиальную схему учебного стенда.

6 Дополнить программу блоками, реализующими управление стендом при помощи имеющихся в нём кнопок и двухпозиционных переключателей.

7 Определить характеристики переходного процесса объекта управления.

8 Построить программу управления таким образом, чтобы минимизировать величину перерегулирования при переходных процессах системы.

9 Произвести расчёт ПИ- или ПИД-регулятора для данного объекта управления.

10 Дополнить интерфейс пользователя графиком, на котором в реальном времени отображается текущее значение температуры с датчика.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ОПИСАНИЕ И СОСТАВ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «КОНТАР».....	3
2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И СРЕДА ПРОГРАММИРОВАНИЯ «КОНГРАФ».....	5
3 ДВУХПОЗИЦИОННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	6
4 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ И ЗАДАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ.....	15

Карпов Егор Константинович

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА БАЗЕ
ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «КОНТАР»**

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине
«Программное обеспечение систем управления»

для студентов направлений подготовки

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
(профиль «Автоматизация технологических процессов и производств
(машиностроение)»),

27.03.04 «Управление в технических системах» (профиль «Системы и
технические средства автоматизации и управления»)

Редактор Г.В. Меньщикова

Подписано в печать 04.05.17	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,0	Уч.-изд. л. 1
Заказ №96	Тираж 25	Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.