МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

АВТОМАТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов специальности 6-05-0715-03 «Автомобили, тракторы, мобильные и технологические комплексы» очной формы обучения



Могилев 2026

УДК 658.012.011.56
ББК 32.965
А22

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины» «31» августа 2026 г., протокол № 1

Составитель ст. преподаватель Е. В. Заровчатская

Рецензент ст. преподаватель Ю. С. Романович

Методические рекомендации разработаны на основании рабочей программы по дисциплине «Автоматика и автоматизация» для студентов специальности 6-05-0715-03 «Автомобили, тракторы, мобильные и технологические комплексы» очной формы обучения и предназначены для использования при выполнении лабораторных работ.

Учебное издание

АВТОМАТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать 29.10.2026. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 2,00. Тираж 36 экз. Заказ № 794.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2026

Содержание

Введение 4
1 Лабораторная работа № 1. Программируемый контроллер. Тестирование основных функций 5
2 Лабораторная работа № 2. Программируемый контроллер. Тестирование специальных функций 11
3 Лабораторная работа № 3. Автоматизация управления столом плоскошлифовального станка 13
4 Лабораторная работа № 4. Автоматизация управления ночным освещением дорог 15
5 Лабораторная работа № 5. Автоматическая система управления наружным освещением 18
6 Лабораторная работа № 6. Автоматическая система импульсного регулирования температуры 20
7 Лабораторная работа № 7. Регулирование температуры ПИ-регулятором 23
8 Лабораторная работа № 8. Регулирование скорости двигателя постоянного тока 26
Список литературы 32

Введение

Одной из задач курса «Автоматика и автоматизация» является изучение современных микропроцессорных систем управления, элементов и методик программирования, алгоритмов функционирования и их реализации на базе программируемого контроллера LOGO и программного обеспечения LOGO!Soft Comfort.

Цель лабораторных работ – приобретение навыков в управлении и программировании контроллера, в разработке алгоритмов и программ электронных систем автомобиля и вспомогательных средств, обеспечивающих их эксплуатацию, тестировании этих программ и апробации их на контроллере.

В методических рекомендациях описаны базовые эксперименты, предложены задания по программированию, выполняемые с использованием комплекта типового лабораторного оборудования «Автоматика на основе программируемого контроллера». В состав комплекта входит аппаратура, представленная в таблице В.1.

Таблица В.1 – Перечень аппаратуры

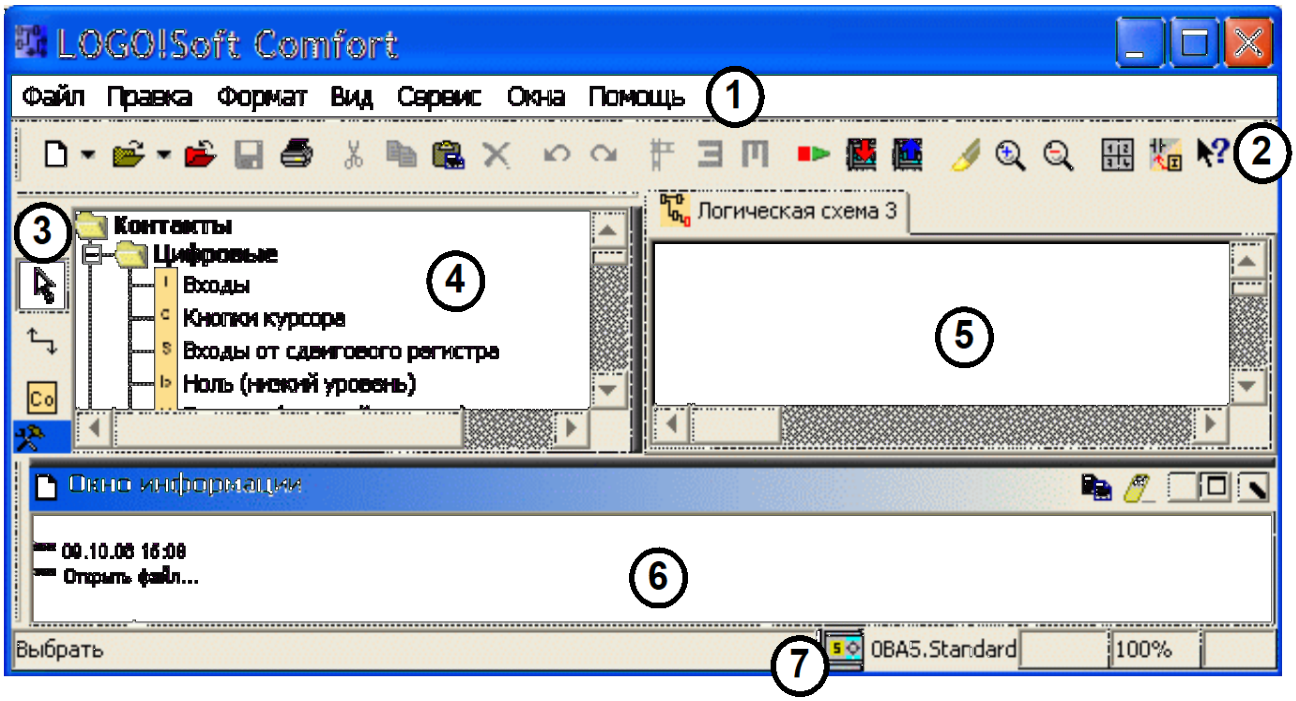
Обозна-чение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.1	~ 220 В / 16 А
A1	Блок программируемого контроллера	384	6 входов / 2 цифровых (аналоговых) входа / 4 релейных выхода
A2	Пост управления	376	3 кнопки без фиксации / 3 кнопки с фиксацией / потенциометр
A3	Блок световой сигнализации	355.2	4 светодиодных лампы 24 В
A4	Блок оптических выключателей	406	2 оптических выключателя
A5	Датчик освещенности	407	Выход 0…10 В
A6	Зуммер	377	– 24 В / 70 дБ
A7	Исполнительный электродвигатель	378	– 24 В
A8	Модель отапливаемого помещения	379	Лампа накаливания 24 В/ датчик температуры 0,1 В/°С
A9	Преобразователь постоянного напряжения	385	Входное напряжение 0…10 В; Выходное напряжение 1…24 В
A9	Преобразователь постоянного напряжения	385	Входное напряжение 0…10 В; Выходное напряжение 1…24 В
A10	Электропривод постоянного тока	386	Электродвигатель 24 В, 8000 об/мин /тахогенератор
A11	Компьютер	550	С программой LOGO!SoftComfort

1 Лабораторная работа № 1. Программируемый контроллер. Тестирование основных функций

Цель работы: изучение современных микропроцессорных систем, логических элементов и методик программирования на базе контроллера LOGO и программного обеспечения LOGO!Soft Comfort.

Контроллер – устройство логического управления, выполненное на базе микропроцессора. Автоматическое управление можно представить как определенную последовательность логических действий, которые приводят к достижению поставленной цели. Математическая логика позволяет формализовать логические действия и представить их в виде элементарных операций, подобных алгебраическим. Устройства, выполняющие элементарные логические операции или их сочетание, называются логическими элементами. Они формируют на выходе сигналы, однозначно связанные с определенными комбинациями входных сигналов. Логические элементы – это устройства дискретного действия, оперирующие двумя сигналами – «1» и «0» (истина и ложь).

Программирование котроллеров будем проводить в специализированном программном продукте LOGO!Soft Comfort, внешний вид которого представлен на рисунке 1.1.



1 – строка меню; 2 – панель кнопок управления; 3 – панель «Инструменты»; 4 – окно функций (блоков) коммутационной программы; 5 – окно логической схемы коммутационной программы; 6 – окно информации; 7 – выбор типа контроллера (не менять установку по умолчанию – 0BA5)

Рисунок 1.1 – Окно LOGO!Soft Comfort

LOGO! Soft Comfort – это специализированное программное обеспечение для программирования контроллеров Siemens LOGO!. Программа предоставляет интуитивно понятный графический интерфейс, позволяющий создавать, тестировать и документировать программы для LOGO!.

Основные возможности LOGO! Soft Comfort следующие.

Программирование.

Поддерживаются два языка программирования: FBD (Function Block Diagram) и LAD (Ladder Diagram). FBD использует логические блоки, а LAD – релейно-контактные схемы.

Симуляция.

Встроенный симулятор позволяет тестировать программы без физического подключения к устройству, что экономит время при отладке.

Документирование.

Автоматическое создание проектной документации, включая схемы подключения, списки использованных функциональных блоков и настроек.

Основные функциональные блоки.

В LOGO! доступны следующие категории функциональных блоков, представленные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные функциональные блоки

Категория	Примеры блоков	Применение
Базовые логические операции	AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR	Реализация логических условий
Специальные функции	RS-триггер, импульсное реле, детектор фронта	Запоминание состояний, обработка сигналов
Таймеры	Задержка включения, задержка выключения, импульсный таймер	Временные функции, задержки
Счетчики	Счетчик вверх/вниз, счетчик часов работы	Подсчет событий, отслеживание времени работы
Аналоговые функции	Компаратор, усилитель, преобразователь значений	Обработка аналоговых сигналов
Календарь и часы	Недельный и годовой таймер, астрономические часы	Управление по расписанию
Текстовые сообщения	Текстовый дисплей, SMS (только для LOGO! 8)	Отображение информации оператору

Работа с программным продуктом LOGO!Soft Comfort

При наведении курсора на кнопки панелей 2, 3 и элементы списка в окне 4 появляются подсказки, поясняющие их назначение. Подсказки функций в окне 4 имеют кнопку со знаком «?», вызывающую справку для данной функции.

Ввод функций (блоков) коммутационной программы.

1 Наведите курсор и щелкните левой кнопкой мыши на названии блока в окне 4.

2 Переведите курсор в окно логической схемы 5 и введите необходимое число блоков выбранного типа, щелкая левой кнопкой мыши в местах их примерного положения на диаграмме коммутационной программы.

3 Выберите следующую функцию (блок) и продолжите ввод.

4 Завершив ввод, нажмите кнопку «Выбрать» ( ) на панели 3 «Инструменты».

Вариант ввода функций:

1) на панели 3 «Инструменты» нажмите кнопку списка, содержащего необходимую функцию. Со – контакты, GF – основные функции, SF – специальные функции. В нижней части окна 5 появится панель с кнопками функций из выбранного списка;

2) левой кнопкой мыши нажмите кнопку необходимой функции и введите необходимое число блоков в окне 5;

3) завершите ввод, нажав кнопку «Выбрать» ( ) на панели 3 «Инструменты».

Задание параметров функций (блока).

1 Дважды щелкните левой кнопкой мыши на изображении блока. Откроется окно задания параметров блока.

2 В открывшемся окне введите параметры блока (время включения, порог срабатывания и другие параметры в зависимости от вида блока). Установленные параметры отобразятся на диаграмме внизу слева от изображения блока.

3 При необходимости можно задать имя блока, т. е. набор не более 8 знаков, отображающихся на диаграмме после номера блока.

4 На вкладке «Комментарии» этого окна можно ввести произвольный текст. Текст комментариев отображается на диаграмме коммутационной программы. Его можно перемещать относительно изображения блока.

Удаление функции (блока).

1 Наведите курсор на удаляемый блок и выделите его щелчком левой кнопки мыши.

2 Щелкните правой кнопкой мыши и в открывшемся меню выберите пункт «Удалить». Вместо меню можно нажать клавишу Delete на клавиатуре.

Перемещение блоков.

Наведите курсор на значок блока в окне 5 (см. рисунок 1.1), нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская её, передвиньте блок.

Соединение функций (блоков).

1 Наведите кнопку «Связь» ( ) на панели 3 «Инструменты» (см. рисунок 1.1).

2 Наведите курсор на вывод блока, нажмите левую кнопку мыши. Не отпуская её, переведите указатель курсора к выводу другого элемента и отпустите кнопку мыши. На экране появится линия связи выводов. Линию связи целесообразно проводить от выхода блока к входам и других элементов. При нарушении правил соединения появляется сообщение об ошибке и выводы

не соединяются. Неиспользуемые входы логических элементов можно не подключать. По умолчанию им присваиваются значения, не влияющие на работу элемента.

Сохранение коммутационной программы.

Выберите пункты меню Файл/Сохранить. При первом сохранении программы появляется стандартный диалог сохранения файлов. Задайте имя файла коммутационной программы в соответствии с правилами наименования файлов Windows.

Вместо меню можно использовать кнопку панели 2 (см. рисунок 1.1).

Оборудование

Комплект лабораторного оборудования (рисунок 1.2), компьютер с программой LOGO!Soft Comfort.

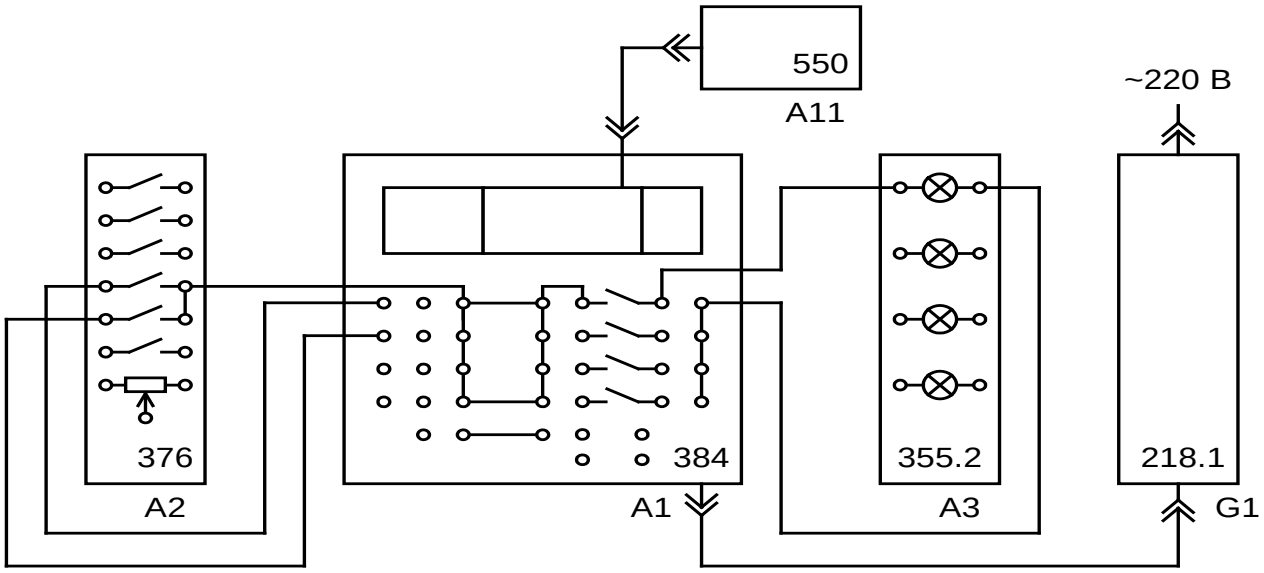
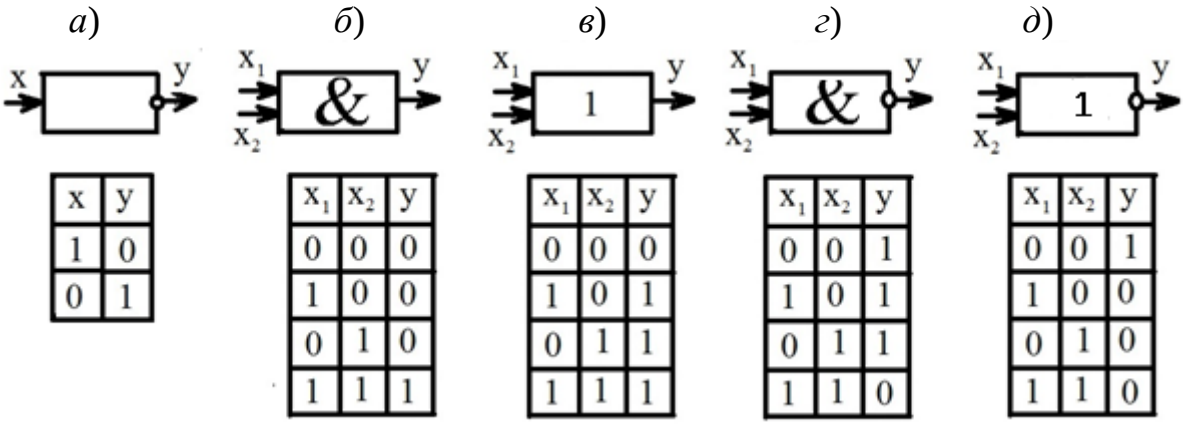


Рисунок 1.2 – Комплект лабораторного оборудования

Порядок выполнения работы

1 Изучите базовые логические функции. Базовыми типами логических элементов являются элементы, реализующие логические действия отрицания НЕ (инверсия), умножения И (дизъюнкция) и сложения ИЛИ (конъюнкция). Имеются и комбинированные элементы, сочетающие действие умножения или сложения с отрицанием И-НЕ и ИЛИ-НЕ (рисунок 1.3). Эти операции называются логическими, или булевыми, операциями.



x	y
1	0
0	1

x_1	x_2	y
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

x_1	x_2	y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

x_1	x_2	y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

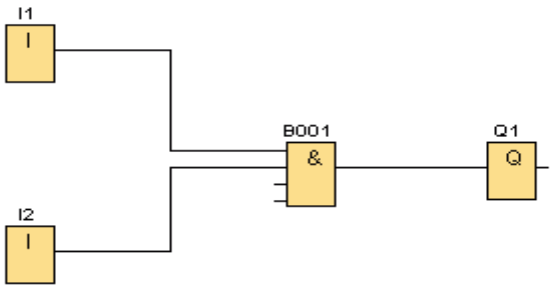
x_1	x_2	y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

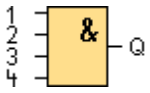
а – НЕ; *б* – И; *в* – ИЛИ; *г* – И-НЕ; *д* – ИЛИ-НЕ

Рисунок 1.3 – Обозначение и таблица истинности базовых логических элементов

2 Проводами соедините блоки комплекта лабораторного оборудования в соответствии с рисунком 1.2.

3 Оборудование и компьютер подключите в сеть и откройте файл ранее созданной программы «Lab 1.1». На экране появится коммутационная программа для тестирования функции логическое И (блок B001 – &, AND), представленная на рисунке 1.4.





Выход Q функции И принимает значение 1 только тогда, когда все входы равны 1, т. е. когда они замкнуты. Неиспользуемому входу блока & назначается значение 1.

Рисунок 1.4 – Коммутационная программа для тестирования функции логическое И

Коммутационная программа обеспечивает передачу сигналов с входов I1 и I2 контроллера на входы тестируемой функции (блок B001) коммутационной программы, а результат вычисления функции (выход блока) – на выход Q1 контроллера. Программу достаточно ввести один раз и в дальнейшем заменять функцию блока B001 (отображается значком &) на другие функции из группы GF (основные функции). Неподключенные входы блока B001 автоматически принимают значения, не влияющие на выполнение заданной функции блока. Подключать их или задавать им начальные значения нет необходимости.

4 Проведите тестирование базовых логических элементов на коммутационной программе в режиме эмуляции.

5 Загрузите коммутационную программу в контроллер. Для этого выбирается пункт меню LOGO!Soft Comfort Сервис/Передать/ PC – > LOGO! или нажимается кнопка  на панели программы 2. Если перед загрузкой контроллер выполнял коммутационную программу (режим RUN), то LOGO!Soft Comfort откроет окно диалога с требованием подтвердить переход контроллера в режим «STOP» (коммутационная программа остановлена). После перехода контроллера в режим «STOP» в него будет загружена новая коммутационная программа.

При соединении контроллера и компьютера кабелем кнопка  на панели 2 запускает и останавливает коммутационную программу в контроллере. После нажатия кнопки программа требует подтвердить или отменить операцию.

6 Протестируйте работу схемы под управлением контроллера. За состоянием входов удобно следить на экране состояния входов (I) (переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

Проверьте таблицу истинности для каждого исследованного элемента. Составьте таблицу истинности одного из элементов при инвертировании одного или нескольких из его входов.

По завершении работы остановите коммутационную программу (ESC > STOP > Yes), отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Содержание отчета

1 Наименование и цель работы.
2 Перечень применяемой аппаратуры.
3 Основные логические элементы и их таблицы истинности.
4 Схема электрических соединений для тестирования основных логических функций.
5 Коммутационная программа для тестирования.

Контрольные вопросы

1 Назовите основные логические элементы, изобразите таблицу истинности.
2 Чем отличается контроллер от ЭВМ?
3 Принцип работы логических элементов.
4 Что такое таблица истинности и для чего она используется?
5 Как осуществляется загрузка коммутационной программы?
6 Опишите порядок тестирования основных логических функций.

2 Лабораторная работа № 2. Программируемый контроллер. Тестирование специальных функций

Цель работы: изучение современных микропроцессорных систем, логических элементов и методик программирования на базе контроллера LOGO и программного обеспечения LOGO!Soft Comfort.

Оборудование

Комплект лабораторного оборудования (рисунок 2.1), компьютер с программой LOGO!Soft Comfort.

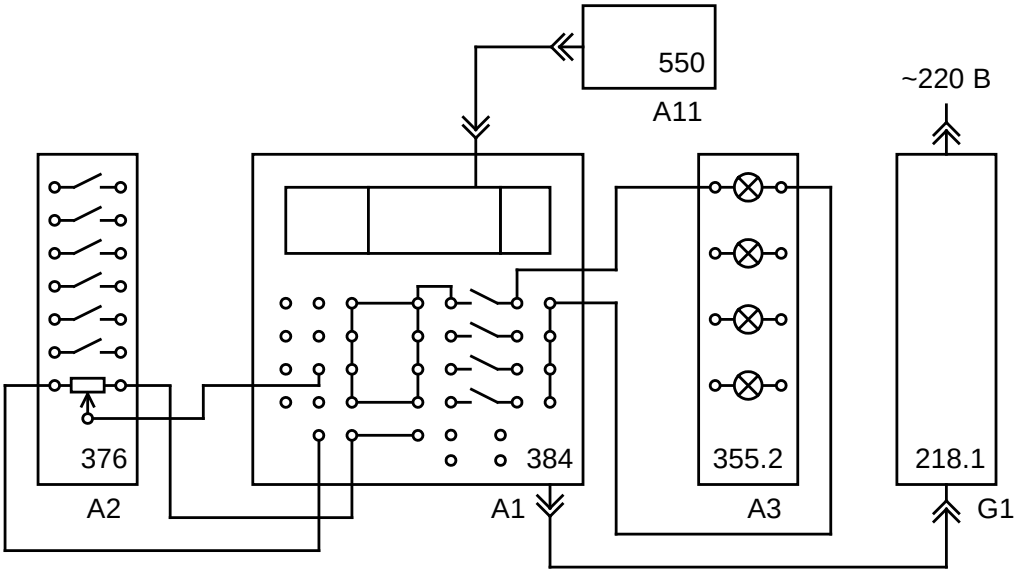


Рисунок 2.1 – Схема подключения аналогового сигнала (от 0 до +10 В) к входу (I7 = AI1) контроллера

Необходимо протестировать работу RS-триггера (реле с защелкой), выбрав его из списка «Специальные функции» (SF).

Переменный резистор в посте управления A2 используется как делитель напряжения для формирования регулируемого аналогового сигнала от 0 до +10 В.

Порядок выполнения работы

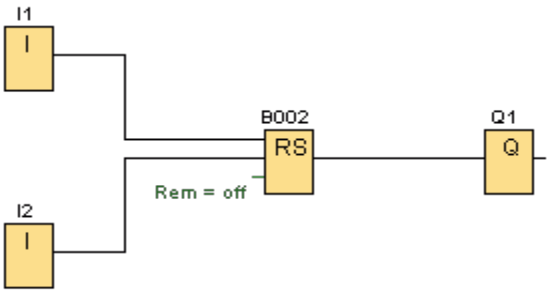
1 Соберите установку согласно рисунку 2.1.

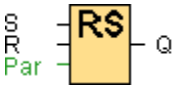
2 Запустите программу LOGO! Soft Comfort и загрузите программу «Lab.1.1». Появится коммутационная программа (рисунок 2.2).

3 Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

4 Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1.

5 Переведите контроллер в режим отображения главного меню (состояние «STOP»).





Реле с блокировкой (триггер) представляет собой простое двоичное логическое запоминающее устройство. Выходное значение зависит от входных состояний и от предыдущего статуса выхода. Сигнал на входе S (Set – установка) устанавливает выход Q. Сигнал на входе R (Reset – сброс) сбрасывает выход Q. Выход Q сбрасывается, если установлены оба входа S и R (сброс обладает приоритетом над установкой).

Рисунок 4.2 – Коммутационная программа для тестирования RS-триггера

6 Запустите программу LOGO!Soft Comfort и вызовите программу «Lab 1.2».

7 Запустите программу на исполнение (пункт «Start» главного меню).

Протестируйте работу схемы под управлением компьютера. При необходимости скорректируйте схему и коммутационную программу. За состоянием входов удобно следить на экране состояния входов (I – цифровые, AI – аналоговые) (переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

8 По завершении эксперимента остановите коммутационную программу (ESC > STOP > Yes), отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Содержание отчета

1 Наименование и цель работы.
2 Перечень применяемой аппаратуры.
3 Схема электрических соединений для тестирования функций.
4 Коммутационная программа для тестирования.

Контрольные вопросы

1 Перечислите все элементы списка «Специальные функции» (SF).
2 Что такое триггер?
3 Назовите основные виды триггеров.
4 Сочетанием каких логических элементов можно заменить RS-триггер?

3 Лабораторная работа № 3. Автоматизация управления столом плоскошлифовального станка

Цель работы: разработка программного управления столом плоскошлифовального станка контроллером LOGO с программным обеспечением LOGO!Soft Comfort.

Стол плоскошлифовального станка совершает возвратно-поступательные движения при шлифовании деталей различных размеров. В связи с этим ход стола должен быть регулируемым. При реверсировании движения в конце хода должен быть отключен двигатель привода, а стол заторможен. В зависимости от массы детали время торможения должно быть различным. Применяемые в настоящее время механические средства автоматизации – концевые выключатели – не позволяют обеспечить оптимальные режимы работы станка. Поэтому целью автоматизации стола плоскошлифовального станка является управление длительностью периодов включения, торможения и реверсирования привода стола с целью получения оптимальных характеристик работы.

Оборудование

Комплект лабораторного оборудования (рисунок 3.1), компьютер с программой LOGO!Soft Comfort.

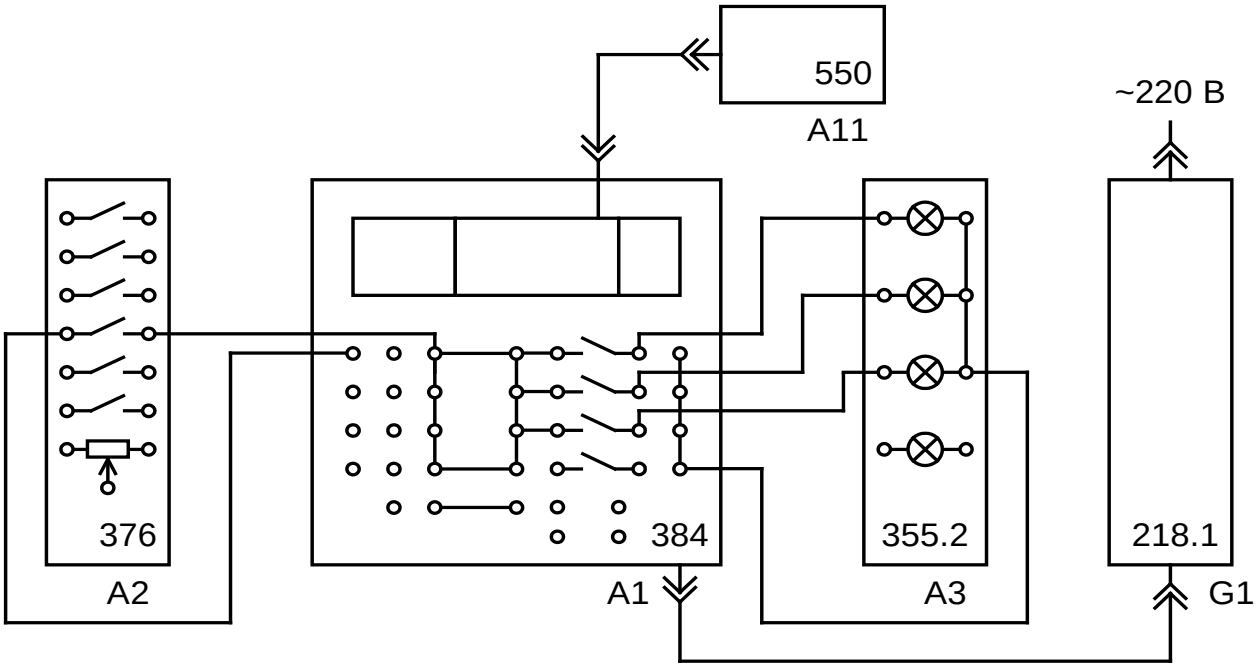


Рисунок 3.1 – Комплект лабораторного оборудования

Порядок выполнения работы

1 Соберите установку согласно рисунку 3.1. Запустите программу LOGO! Soft Comfort и загрузите программу «Lab.2.1». Появится коммутационная программа (рисунок 3.2).

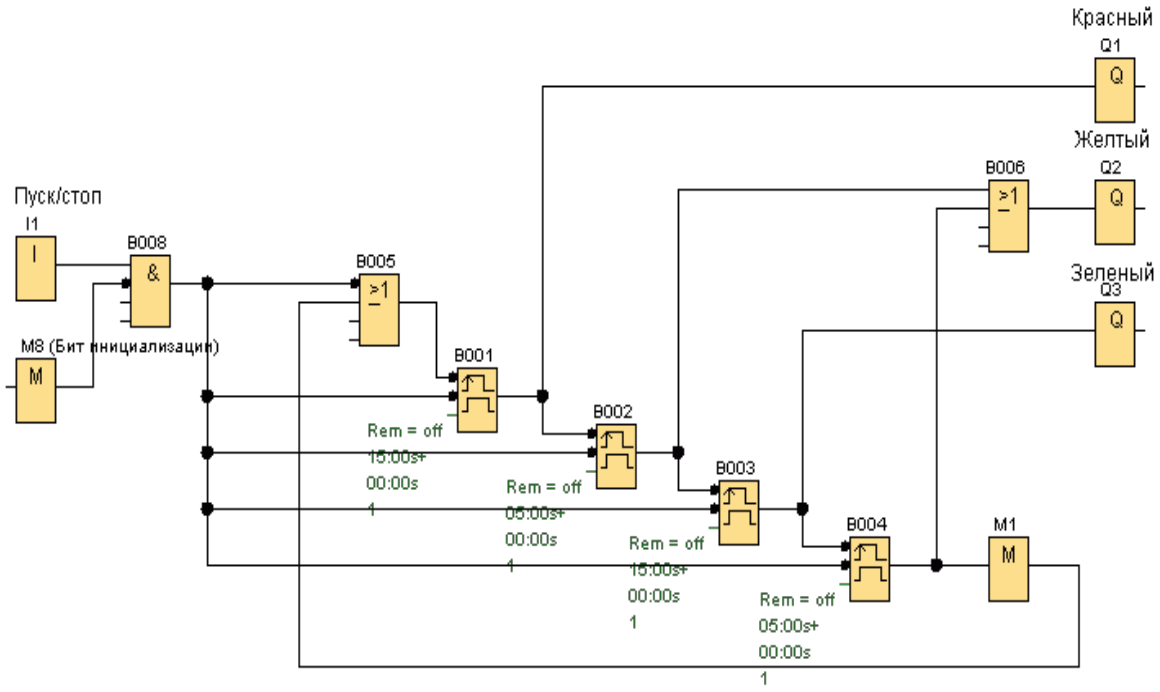


Рисунок 3.2 – Коммутационная программа системы управления

Алгоритм работы программы: при включении станка («1» на входе I1) запускается интервальное реле времени B001, контакты выхода Q1 включают двигатель на прямой ход и, соответственно, верхнюю красную лампу. По истечении 15 с на выходе B001 устанавливается «0», электродвигатель выключается и запускается интервальное реле B002, включающее тормоз на 5 с, и, соответственно, вторая (желтая) лампа. После отключения B002 запускается B003 (реверс, 15 с). Отключение B003 запускает B004 (снова тормоз на 5 с), а отключение B004 – B001. Далее циклы повторяются, пока на входе I1 сохраняется сигнал «1». Установка «0» на I1 отключает станок.

2 Протестируйте работу схемы в режиме «Эмуляция», а порядок ее работы разберите в режиме пошагового выполнения программы.

3 Загрузите в контроллер коммутационную программу. Запустите программу на исполнение. Убедитесь в правильной работе схемы и коммутационной программы. Лампы должны переключаться в заданном порядке через установленные промежутки времени.

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу, отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Содержание отчета

1 Наименование и цель работы.
2 Перечень применяемой аппаратуры.
3 Схема электрических соединений.
4 Коммутационная программа.

Контрольные вопросы

1 Какие преимущества имеет программируемый контроллер перед электромеханической релейной системой управления плоскошлифовальным станком?
2 Каково назначение флагов М1 и М8 в коммутационной программе?
3 Как работает интервальное реле?
4 Как задаются параметры задержки времени интервальных реле?
5 Когда срабатывает элемент ИЛИ?
6 Поясните работу коммутационной программы.
7 Как проследить на экране компьютера циклограмму работы программы?

4 Лабораторная работа № 4. Автоматизация управления ночным освещением дорог

Цель работы: разработка программного управления ночным освещением дорог контроллером LOGO на основе программного обеспечения LOGO!Soft Comfort.

Безопасность движения на дорогах в ночное время суток во многом зависит от их освещенности. В черте города эта задача в целом решается. Но освещение загородных трасс, где скорость движения гораздо выше, а количество машин меньше, – дело затратное, и не каждая страна может себе это позволить. Поэтому целесообразно создание такой системы, которая бы позволила освещать только те участки дороги, по которым движется автомобиль.

Оборудование

Комплект лабораторного оборудования (рисунок 4.1), компьютер с программой LOGO!Soft Comfort.

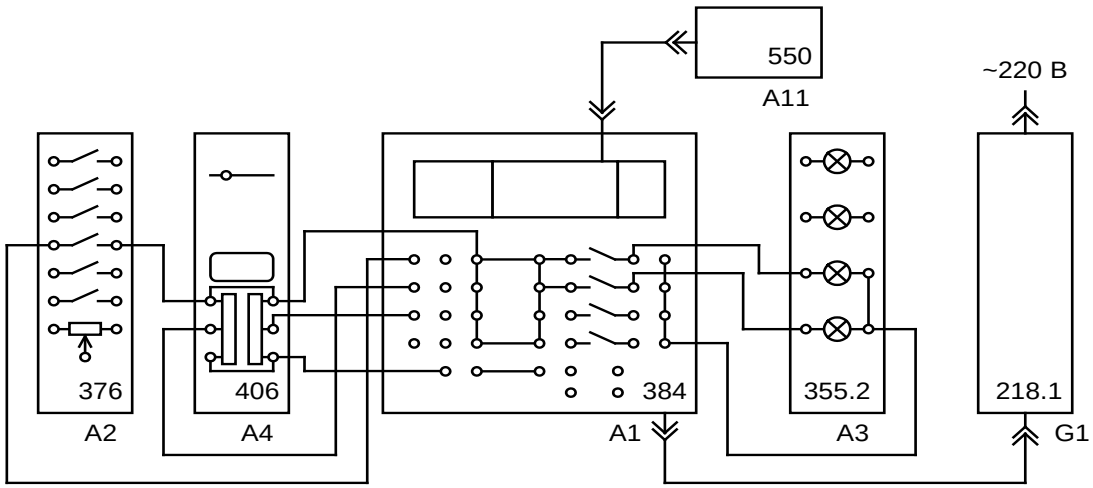


Рисунок 4.1 – Комплект лабораторного оборудования

Порядок выполнения работы

1 Соберите установку согласно рисунку 4.1. Запустите программу LOGO! Soft Comfort и загрузите программу «Lab.2.2». Появится коммутационная программа (рисунок 4.2).

Алгоритм работы: при пересечении объектом луча оптического выключателя включается освещение зоны. После прохождения зоны действия луча освещение зоны прекращается не сразу, а с некоторой выдержкой времени. При пересечении объектом луча следующего оптического выключателя включается освещение следующей зоны, а предыдущая выключается, даже если время задержки еще не истекло.

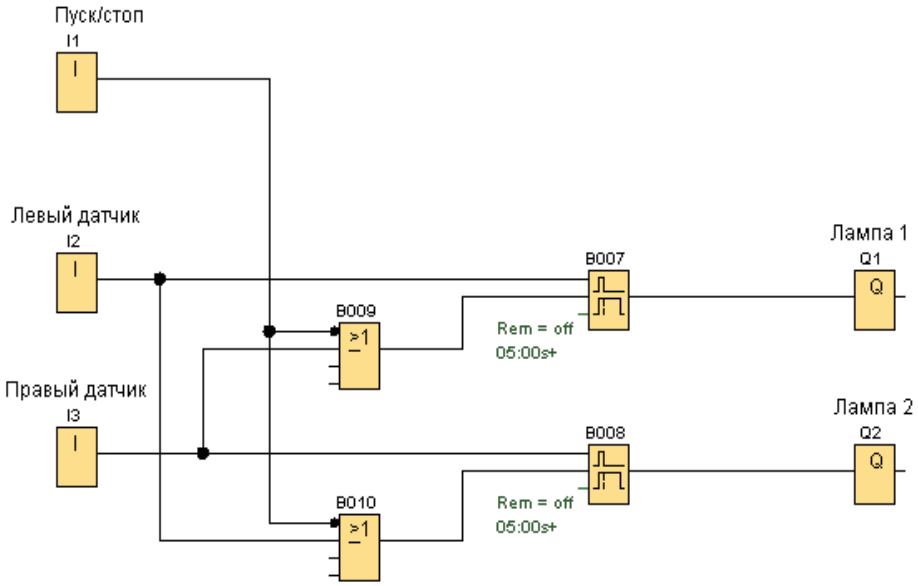


Рисунок 4.2 – Коммутационная программа системы управления

2 Протестируйте работу схемы в режиме «Эмуляция» и правильность ее исполнения. Измените настройки системы. Порядок ее работы разберите в режиме пошагового выполнения программы.

3 Переведите контроллер в режим отображения главного меню (состояние «STOP»). Загрузите в контроллер коммутационную программу. Запустите программу на исполнение.

Установите кнопку включения/отключения в состояние «Замкнуто» – на вход I1 подан высокий уровень, система включена. Используя рукоятку в верхней части блока А4, перемещайте «объект» (отражатель) из зоны действия одного датчика в зону действия другого. О срабатывании датчика сигнализирует свечение светодиода на его корпусе (виден через окно на лицевой панели блока А4). За состоянием входов и выходов контроллера удобно следить на экране их состояния (входы I – цифровые, AI – аналоговые, выходы – Q. Переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►). Убедитесь, что система функционирует в соответствии с заданным алгоритмом.

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу, отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Содержание отчета

1 Наименование и цель работы.
2 Перечень применяемой аппаратуры.
3 Схема электрических соединений.
4 Коммутационная программа.

Контрольные вопросы

1 Какой эффект даст применение автоматической системы управления наружным освещением дорог?

2 От чего зависит длина освещаемого участка дороги от одного оптического выключателя?

3 Где по отношению к последнему фонарю должен устанавливаться следующий оптический выключатель?

4 Для чего в системе управления используются интервальные реле?

5 Каким может быть элемент I1 в коммутационной программе?

6 Как в системе учесть наличие на дороге поворота?

7 Поясните работу коммутационной программы.

8 Как проследить на экране контроллера за состоянием входов и выходов?

9 По какому параметру можно прогнозировать аварийную ситуацию на дороге?

10 Где можно применить аналогичную систему управления?

5 Лабораторная работа № 5. Автоматическая система управления наружным освещением

Цель работы: разработка программного управления наружным освещением контроллером LOGO на основе программного обеспечения LOGO!Soft Comfort.

В настоящее время весьма актуальны системы автоматического включения освещения, если освещенность ниже заданного уровня. Они позволяют управлять освещением городских улиц, автоматически зажигая фонари при наступлении сумерек, освобождая обслуживающий персонал от этой необходимости. Такие системы могут использоваться в оранжереях и теплицах, позволяя рационально использовать естественное освещение и экономить на искусственном.

Оборудование

Комплект лабораторного оборудования (рисунок 5.1), компьютер с программой LOGO!Soft Comfort.

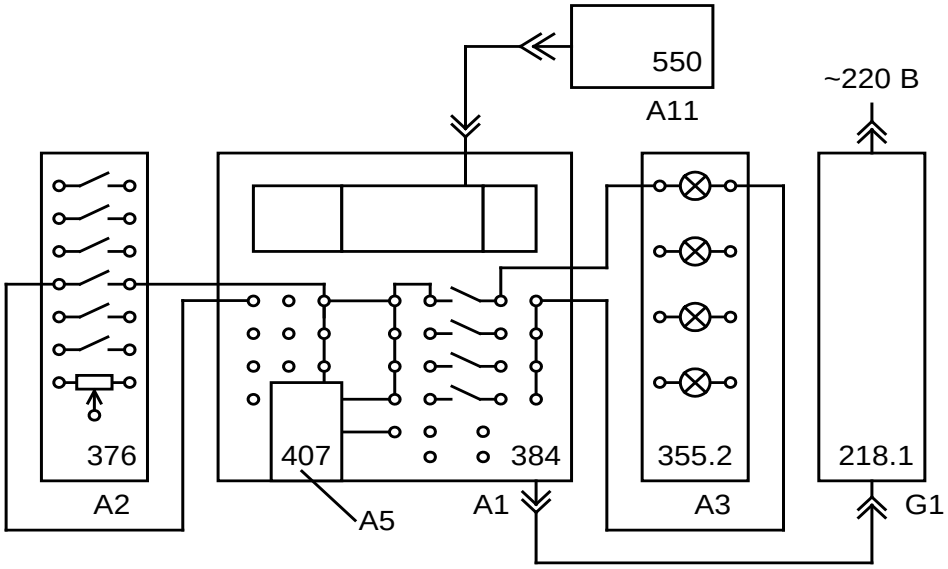


Рисунок 5.1 – Комплект лабораторного оборудования

Порядок выполнения работы

1 Соберите установку согласно рисунку 5.1. Запустите программу LOGO! Soft Comfort и загрузите программу «Lab.2.3». Появится коммутационная программа (рисунок 5.2). В ней точка около входа функции обозначает инверсию (логическая операция НЕ) данного сигнала.

Алгоритм работы системы: при снижении освещенности ниже заданной (установленной фотодатчиком) происходит включение освещения. Кнопка с

фиксацией поста управления А2 предназначена для включения (отключения) системы. Лампа в блоке А3 имитирует лампу наружного освещения. Датчик освещенности А5 устанавливается вертикально (соответственно ориентации надписей на его этикетке) непосредственно в гнезда в левой нижней части панели блока А1.

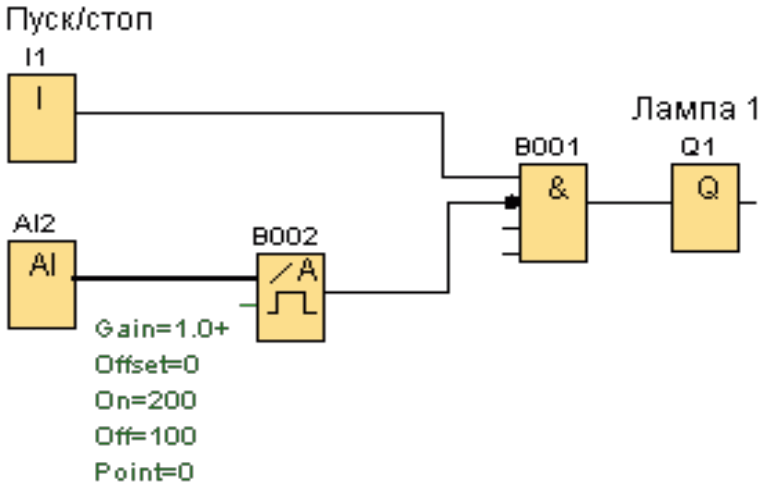


Рисунок 5.2 – Коммутационная программа системы управления

2 Задайте параметры аналогового порогового выключателя (блок В002): порог включения (On = 200) и выключения (Off = 100). Протестируйте работу схемы в режиме «Эмуляция», а порядок ее работы разберите в режиме пошагового выполнения программы.

3 Протестируйте работу схемы под управлением контроллера. Переведите контроллер в режим отображения главного меню (состояние «STOP»). Установите кнопку включения/отключения системы в состояние «Замкнуто» – на вход I1 подан высокий уровень, система включена.

Затеняя датчик освещенности, проверьте работу системы. При необходимости скорректируйте схему, коммутационную программу и пороги срабатывания реле. За состоянием входов и выходов удобно следить на экране их состояния (входы I – цифровые, AI – аналоговые, выходы – Q; переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу, отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера А1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Содержание отчета

1 Наименование и цель работы.
2 Перечень применяемой аппаратуры.
3 Схема электрических соединений.
4 Коммутационная программа.

Контрольные вопросы

1 Какие датчики информации используются в рассмотренной системе?

2 Могут ли работать оптические датчики в солнечный день?

3 Через какой логический элемент И или ИЛИ необходимо соединять датчики различных типов?

4 Какие еще сферы применения могут быть у рассмотренной системы?

6 Лабораторная работа № 6. Автоматическая система импульсного регулирования температуры

Цель работы: разработка программного регулирования температуры в климатической камере контроллером LOGO на основе программного обеспечения LOGO!Soft Comfort.

Испытания автомобилей, предназначенных для эксплуатации в районах с жарким или, наоборот, холодным климатом, осуществляются в климатических камерах. Регулирование температуры в них представляет определенные трудности из-за большой инерционности процессов нагрева и охлаждения, сложности поддержания заданной точности температурного режима. Применение импульсного регулирования, позволяющего включать и выключать нагреватель при достижении заданных порогов регулирования, обеспечивает поддержание заданной температуры с заданной точностью.

Алгоритм работы системы управления

Система поддерживает заданную температуру воздуха в климатической камере в диапазоне 40 °С … 60 °С путем включения /отключения нагревательного элемента. Система включается кнопкой с фиксацией. Схема электрических соединений контроллера для моделирования работы системы импульсного управления температурой в климатической камере представлена на рисунке 6.1.

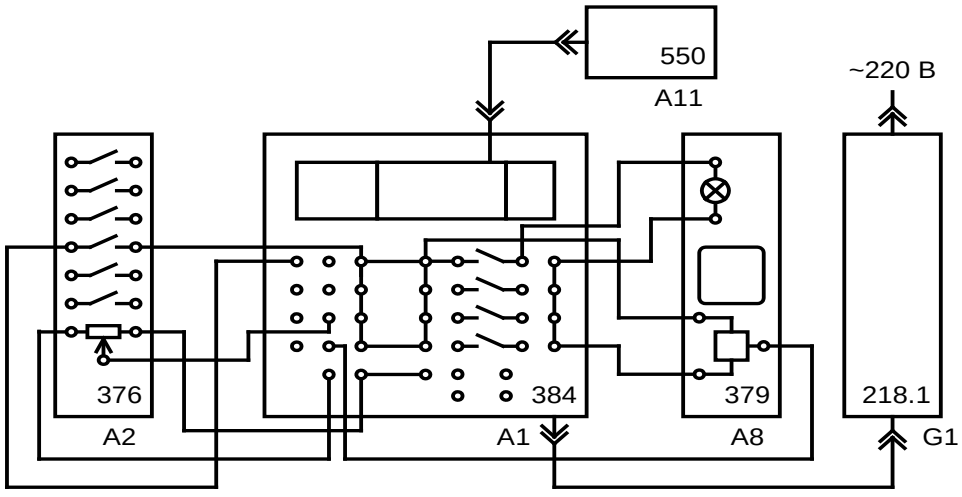


Рисунок 6.1 – Схема электрических соединений

Однофазный источник питания G1 предназначен для безопасного питания блока программируемого контроллера A1.

Компьютер A11 подключен кабелем к разъему на лицевой панели контроллера и предназначен для загрузки и отладки коммутационной программы.

Кнопка с фиксацией поста управления A2 предназначена для включения (отключения) системы. Переменный резистор в посте управления A2 используется как делитель напряжения для формирования регулируемого аналогового сигнала 0…+10 В, пропорционального установке температуры воздуха в диапазоне 40 °С …60 °С.

Датчик температуры в модели климатической камеры A8 формирует сигнал, пропорциональный температуре воздуха в ней.

Лампа накаливания A8 играет роль нагревательного элемента.

Коммутационная программа и ее описание

Коммутационная программа системы импульсного регулирования температуры в климатической камере представлена на рисунке 6.2.

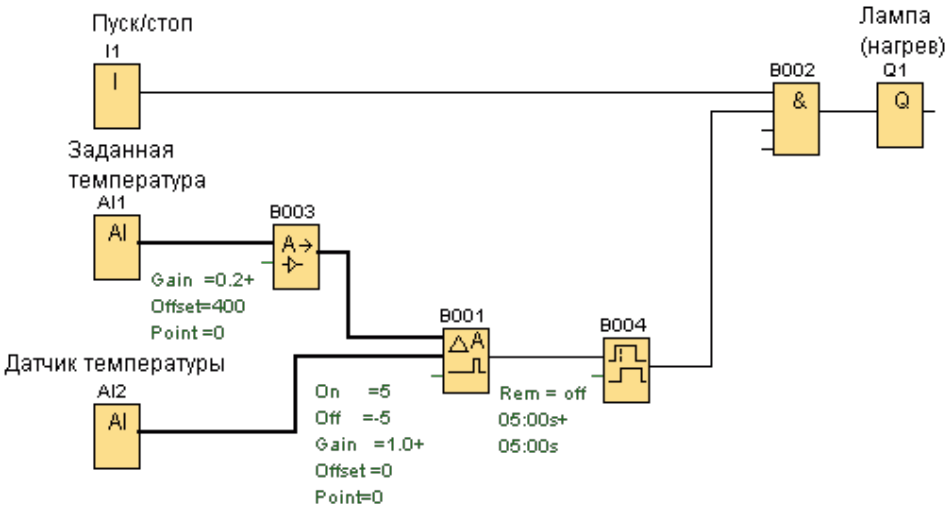


Рисунок 6.2 – Коммутационная программа

Работа программы:

– сигнал 0 на входе I1 блокирует работу программы – выход контроллера Q1 находится в состоянии 0 и нагреватель отключен;

– программа переходит в режим регулирования температуры при 1 на входе I1;

– в заданном диапазоне регулирования температуры (40 °С …60 °С) выходное напряжение датчика температуры изменяется от 4,00 до 6,00 В ((40 °С …60 °С) × 0,1 В/°С). В коммутационной программе данному диапазону напряжений будут соответствовать числа от 400 до 600 на выходе AI2;

– сигнал задания температуры на входе контроллера AI1 меняется от 0 до 10 В, что соответствует диапазону изменения сигнала 0…1000 на выходе блока AI1 коммутационной программы. Аналоговый усилитель (B003) преобразует входной сигнал с диапазоном 0…1000 в сигнал диапазона 400…600,

согласованный с диапазоном изменения температуры. Для выполнения этого преобразования в качестве параметров блока аналогового усилителя B003 заданы коэффициент усиления Gain = 0,2 и смещение Offset = 400. Выходной сигнал усилителя вычисляется по формуле AI1× Gain + Offset, т. е. AI1× 0,2 + 400;

– аналоговый компаратор (B001) вычисляет разность заданного и измеренного значений температуры. Если разность превышает порог включения (параметр On = 5), то выход компаратора устанавливается в 1. С учетом масштаба аналоговых сигналов в коммутационной программе установленный порог соответствует 50 мВ или 0,5 °С. Спустя 5 с сигнал 1 появляется на выходе блока задержки включения /выключения B004, выходе B002 и Q1. Включается лампа нагрева. Временная задержка введена для исключения многократных включений и отключений лампы при медленном переходе температуры через заданный порог срабатывания;

– когда измеренная температура превышает заданную на величину порога выключения компаратора (параметр Off = –5), выход компаратора переходит в состояние 0. Спустя время задержки блока B004 (5 с) значение 0 устанавливается на выходах B004, B002 и Q1. Лампа нагревателя отключается. При снижении температуры нагреватель вновь включается и т. д.

Указания по проведению эксперимента

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений.

Включите компьютер. Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1. Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1.

Переведите контроллер в режим отображения «Главного меню» (состояние STOP).

Запустите программу LOGO! Soft Comfort и создайте коммутационную программу. Задайте параметры блоков B001 (On = 5, Off = –5), B003 (Gain = 0,2, Offset = 400), B004 (On = 05:00, Off = 05:00).

Загрузите в контроллер коммутационную программу. Запустите программу на исполнение.

Проверьте состояние кнопки включения/отключения системы (кнопка с фиксацией поста управления A2). Установите её в состояние «Замкнуто» – на вход I1 подан высокий уровень, система включена.

Протестируйте работу схемы под управлением контроллера и убедитесь, что система функционирует в соответствии с заданным алгоритмом. При необходимости скорректируйте схему и коммутационную программу. За состоянием входов и выходов удобно следить на экране их состояния (входы I – цифровые, AI – аналоговые, выходы – Q) (переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу, отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Содержание отчета

1 Наименование и цель работы.
2 Перечень применяемой аппаратуры.
3 Схема электрических соединений.
4 Коммутационная программа.

Контрольные вопросы

1 В чем преимущества и недостатки импульсного регулирования температуры в климатической камере?
2 Как осуществляется регулирование температуры импульсным регулятором?
3 Как работает аналоговый компаратор?
4 Для чего в коммутационной программе используется логический элемент задержки включения?
5 В чем физический смысл параметров Gain и Offset?
6 Какую роль в коммутационной программе выполняет аналоговый усилитель?
7 Как подобрать датчик для поддержания отрицательной температуры?
8 Чем отличаются датчики температуры – металлический терморезистор и полупроводниковый?
9 Рассмотренная система регулирования замкнутая или разомкнутая?
10 Где еще можно использовать рассмотренную систему регулирования?

7 Лабораторная работа № 7. Регулирование температуры ПИ-регулятором

Цель работы: разработка программного управления контроллером LOGO для непрерывного регулирования температуры с помощью ПИ-регулятора.

Испытания автомобилей, строительно-дорожной техники и оборудования, предназначенных для эксплуатации в районах с жарким или, наоборот, с холодным климатом, осуществляются в климатических камерах. Регулирование температуры в них представляет определенные трудности из-за большой инерционности процессов нагрева и охлаждения, сложности поддержания заданной точности температурного режима. Применение импульсного регулирования, позволяющего включать и выключать нагреватель при достижении заданных порогов регулирования, не обеспечивает заданного качества процесса. Его можно достичь только с помощью ПИ-регулятора.

Оборудование

Комплект лабораторного оборудования (рисунок 7.1), компьютер с программой LOGO!Soft Comfort.

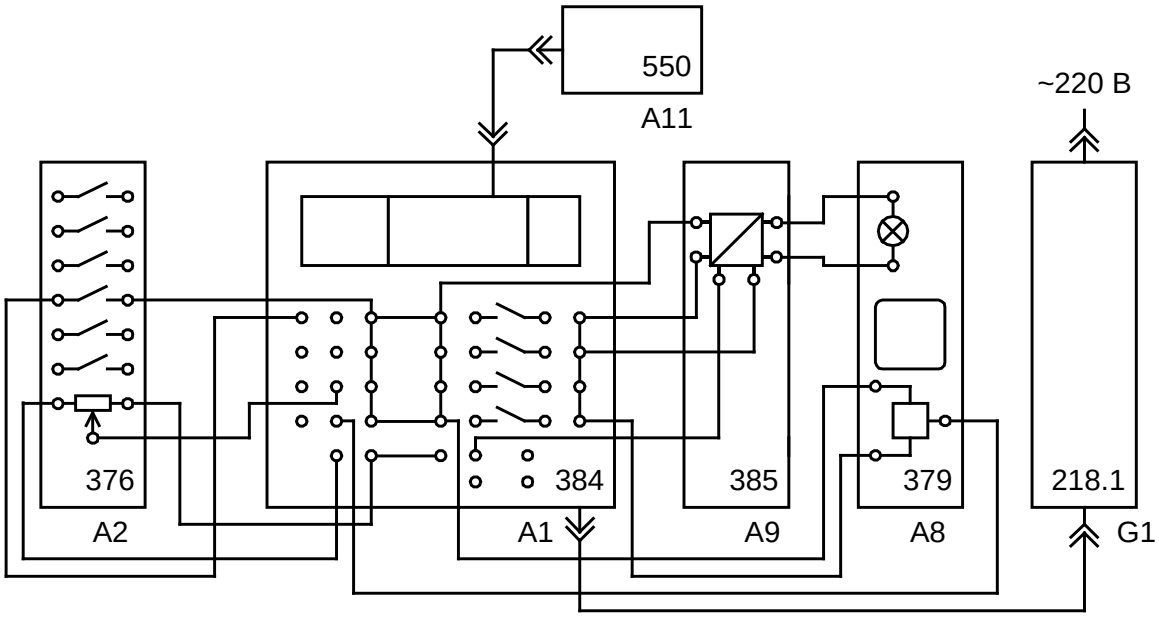


Рисунок 7.1 – Комплект лабораторного оборудования

Порядок выполнения работы

1 Соберите установку согласно рисунку 7.1. Запустите программу LOGO! Soft Comfort и загрузите программу «Lab.2.9». Появится коммутационная программа (рисунок 7.2).

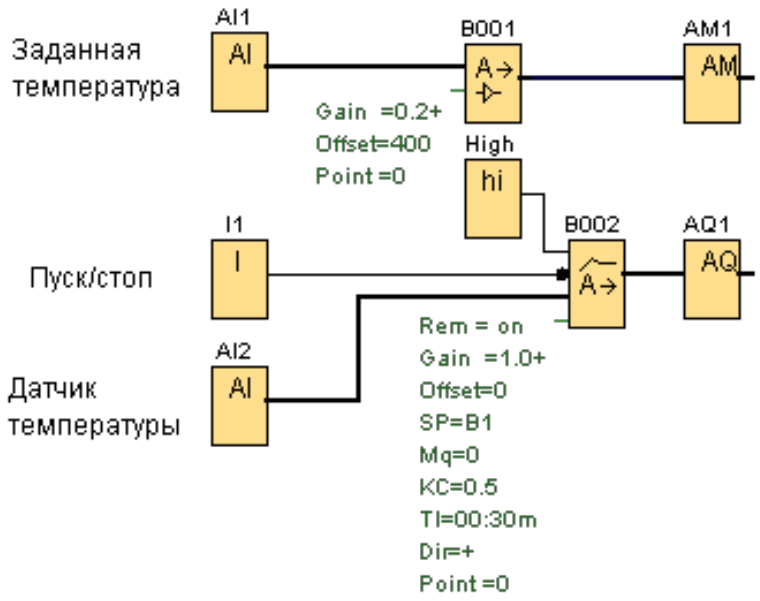


Рисунок 7.2 – Коммутационная программа

Алгоритм работы: сравнивая заданную и измеренную температуру, ПИ-регулятор формирует сигнал управления напряжением питания нагревательного элемента. Система обеспечивает поддержание температуры в диапазоне 40 °С…60 °С.

Переменный резистор в посте управления А2 используется как делитель напряжения для формирования регулируемого аналогового сигнала от 0 до + 10 В, задающего температуру в диапазоне 40 °С …60 °С.

Датчик температуры в модели отапливаемого помещения А8 формирует сигнал, пропорциональный текущему значению температуры.

Лампа накаливания в модели отапливаемого помещения А8 играет роль нагревательного элемента.

При включении системы выходной сигнал ПИ-регулятора поступает на аналоговый выход AQ1 контроллера (клемма М1 блока А1) и через преобразователь постоянного напряжения А9 задает напряжение питания лампы (нагревателя) в блоке А8.

2 Откройте на компьютере файл «(929) Автоматика на основе программируемого контроллера», найдите лабораторную работу 2.9 и, используя инструкции, выполните указанную работу.

Содержание отчета

1 Наименование и цель работы.
2 Перечень применяемой аппаратуры.
3 Схема электрических соединений.
4 Коммутационная программа.

Контрольные вопросы

1 Что такое регулятор и для чего их применяют?
2 Перечислите известные вам регуляторы.
3 Какова особенность работы ПИ-регулятора?
4 Рассмотренная система регулирования замкнутая или разомкнутая?
5 Где еще можно использовать рассмотренную систему регулирования?

8 Лабораторная работа № 8. Регулирование скорости двигателя постоянного тока

Цель работы: разработка программного управления контроллером LOGO для регулирования скорости двигателя постоянного тока с помощью П- или ПИ-регулятора.

Алгоритм работы системы регулирования

Система регулирования скорости тягового электродвигателя постоянного тока поддерживает заданную скорость вращения двигателя с помощью П- или ПИ-регулятора. Требуемая скорость задается переменным резистором поста управления. Кнопки с возвратом включают и отключают систему. Схема электрических подключений представлена на рисунке 8.1.

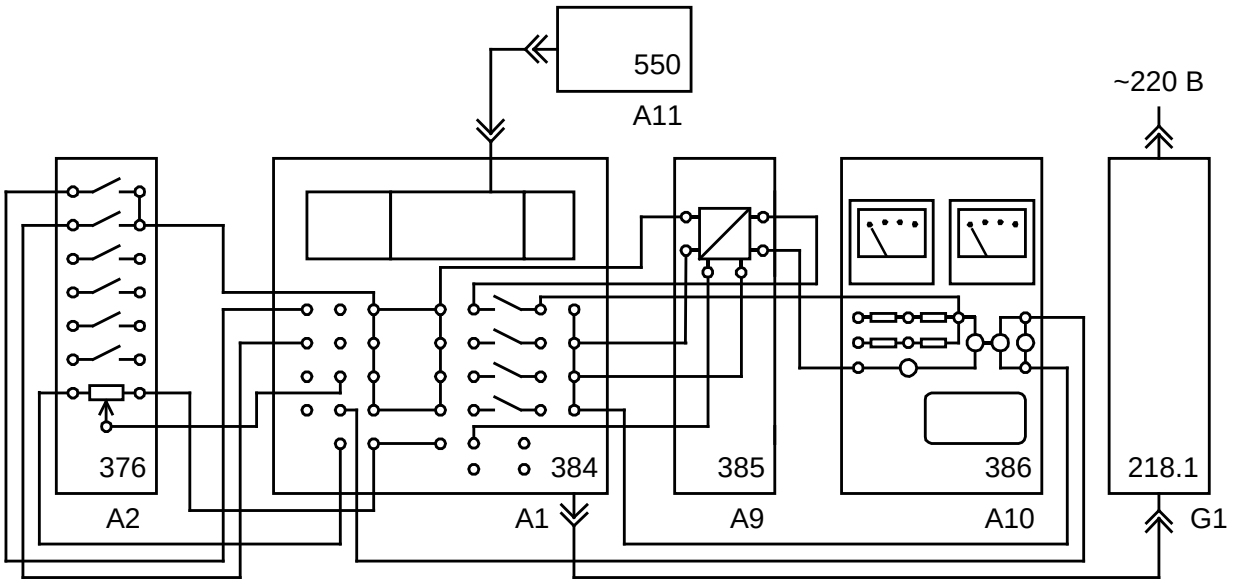


Рисунок 8.1 – Схема электрических подключений

Однофазный источник питания G1 предназначен для безопасного питания блока программируемого контроллера A1.

Кнопки поста управления A2 предназначены для включения /отключения системы и подключены соответственно к входам контроллера I1 и I2.

Переменный резистор в посте управления A2 используется для формирования аналогового сигнала 0…+10 В, подключенного к входу AI1 (I7) контроллера и задающего скорость вращения двигателя.

Сигнал обратной связи (выход тахогенератора) подключен к входу AI2 (I8) контроллера A1.

Сигнал ПИ(П)-регулятора с аналогового выхода контролера AQ1 (M1) через преобразователь постоянного напряжения A9 поступает в цепь питания двигателя. Преобразователь A9 согласует диапазон выходных напряжений контроллера 0…+10 В с напряжением питания двигателя 0…+24 В. Двигатель

подключен к выходу преобразователя A9 через контакты выхода Q1 контролера A1. Контакты Q1 размыкаются при нулевом сигнале управления, что исключает вращение двигателя из-за остаточного напряжения на выходе преобразователя A9.

Коммутационная программа и ее описание

Коммутационная программа системы регулирования скорости тяговых электродвигателей постоянного тока представлена на рисунке 8.2.

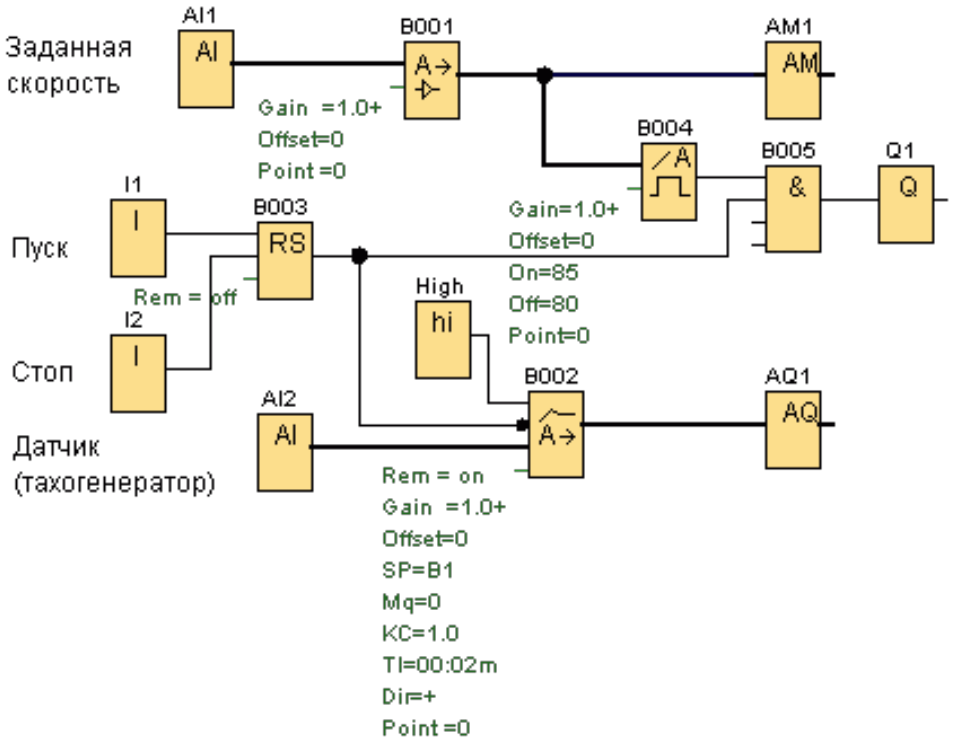


Рисунок 8.2 – Коммутационная программа системы регулирования скорости

Работа программы:

– при запуске программы на выходе триггера B003 устанавливается 0. Этот сигнал блокирует работу регулятора B002 – напряжение на аналоговом выходе контроллера AQ1 равно 0. Этот же сигнал устанавливает 0 на выходе B005, и контакты выхода Q1 программируемого контроллера размыкают цепь питания двигателя;

– кратковременное нажатие на кнопку «Пуск» приводит к появлению 1 на входе I1 и установке 1 на выходе триггера B003. Регулятор B002 разблокирован. Сигнал 1 (блок High) на входе A/M B002 задает режим автоматической работы регулятора;

– пока сигнал задания скорости на входе AI1 не превысит 0,85 В, выход аналогового порогового выключателя B004 остается в состоянии 0. Сигнал 0 сохраняется на выходе B005, контакты выхода Q1 разомкнуты и разорвана цепь

питания двигателя. Это исключает вращение двигателя за счет постоянного остаточного напряжения на выходе преобразователя A9;

– когда сигнал задания скорости SP превысит порог срабатывания выключателя B004, равный 85 (т. е. 0,85 В), на обоих входах B005 будут установлены 1, замкнутся контакты Q1 и двигатель будет подключен к выходу преобразователя A9. Система перейдет в режим регулирования скорости;

– сигнал задания скорости на входе контроллера AI1 меняется от 0 до 10 В, что соответствует диапазону изменения сигнала SP = 0…1000 на входе AI1 коммутационной программы. Аналоговый усилитель (B001) с параметрами Gain = 1 и Offset = 0 не изменяет значения сигнала, и необходим лишь для передачи значения SP блоку регулятора B002. Для завершения цепочки блоков AI1, B001 выход усилителя подключен к AM1 (аналоговый флаг);

– напряжение тахогенератора (датчика скорости) поступает на вход контроллера AI2 и передается на вход сигнала обратной связи PV регулятора B002. Напряжение тахогенератора 0…10 В преобразуется в контроллере в сигнал с диапазоном 0…1000;

– регулятор B002 определяет разность заданного SP и измеренного PV значений скорости и вычисляет выходной сигнал управления двигателем, поступающий на аналоговый выход контролера AQ1. Заданное значение скорости SP передается в блок регулятора косвенно, как ссылка на номер блока усилителя B001, вычисляющего эту величину (для B002 параметр SP = B1);

– параметры регулятора (B002) настраиваются согласно рисунку 8.3.

Окно параметров блока открывается двойным щелчком левой кнопки мыши на значке блока в окне диаграммы LOGO!SoftComfort (см. рисунок 8.3).

Для установки «Заданное значение (SP)» необходимо нажать кнопку «Ссылка» в этой строке и выбрать из списка блок B001 (аналоговый усилитель). Для установки параметров регулятора в строке «Наборы параметров» выберите «Настройки пользователя». Рекомендуемые значения параметров для регуляторов различного типа приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Рекомендуемые значения параметров для регуляторов различного типа

Тип регулятора	ПИ	П	И
Усиление КС	1,00	1,00…2,00	0
Время интегрирования TI, с	00:02	99:59	00:02

Для остальных параметров сохраните значения, принятые по умолчанию. Установив параметры, нажмите кнопку «Да» внизу окна.

Параметры регулятора могут быть введены и с лицевой панели контроллера как в режиме редактирования программы, так и в режиме ее выполнения RUN. В этом случае для ввода параметров установите курсор на вход Par блока регулятора и нажмите OK. Список параметров регулятора занимает четыре экрана контроллера. Номер экрана отображается в правом верхнем углу. Для перехода между экранами используются кнопки перемещения курсора влево и вправо (◄, ►).

SP = B1 – требуемое значение скорости. Задано как ссылка на номер блока усилителя B1 (т. е. блок B001), вычисляющего это значение.

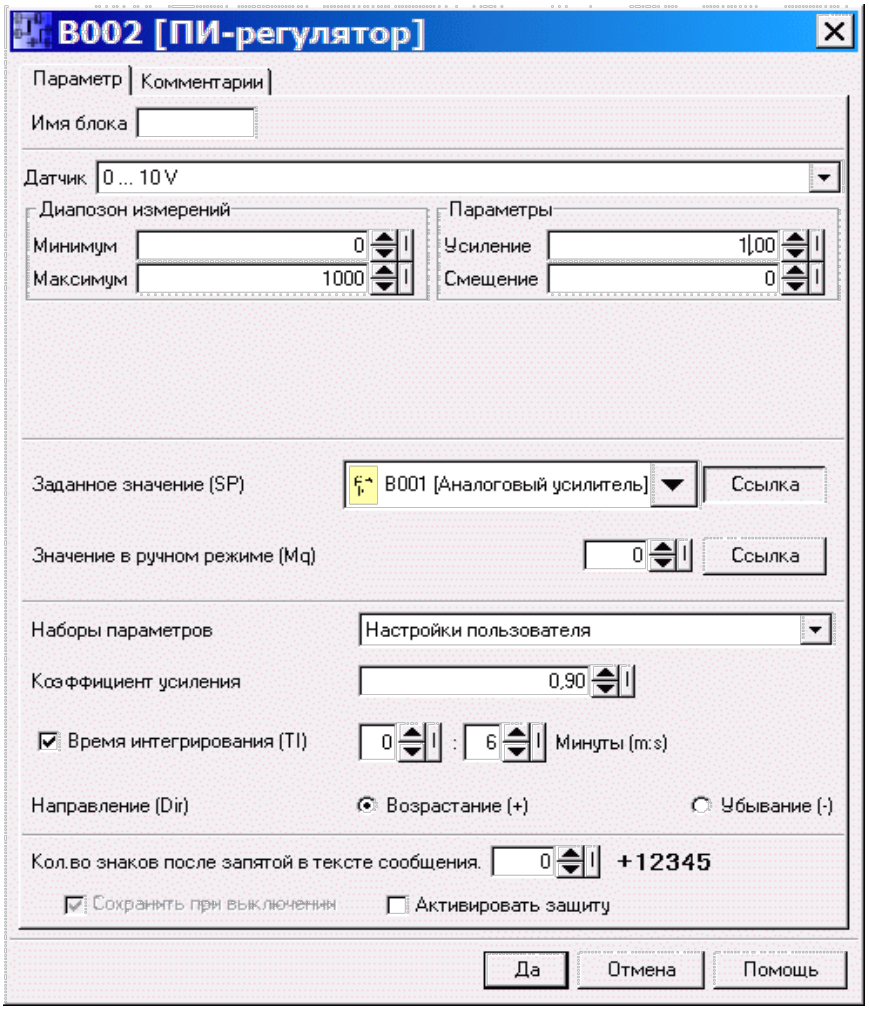


Рисунок 8.3 – Окно установки параметров ПИ-регулятора

KC (Усиление). Коэффициент усиления пропорционального и интегрирующего звеньев одинаков и равен KC. Исключение составляет KC = 0. Это значение устанавливается только для пропорционального звена, а для интегрирующего звена KC = 1 (т. е. получаем И-регулятор).

TI – время интегрирования (мин: с) для И- или ПИ-регулятора. Для П-регулятора интегрирующее звено необходимо отключить. Для этого устанавливаем TI = 99:59. Это изменение можно сделать через «Меню параметризации» в режиме RUN (см. далее) или редактированием параметров блока в режиме ввода программы.

Рекомендуемые значения KC и TI приведены в таблице 8.1.

Dir = +. Направление действия регулятора (+– выходной сигнал регулятора увеличивается, если текущее значение скорости ниже заданной величины).

Mq = 0. Значение сигнала на выходе AQ при ручном режиме (A/M = 0). В рассматриваемой программе ручной режим регулятора не используется.

Min = 0. Минимальное значение для PV.

Max = 1000. Максимальное значение для PV.

A (Gain, усиление) = 1,0 +. Усиление PV, равное + 1.

B (Offset, смещение) = 0. Смещение нулевой точки PV.

p = 0 – количество знаков после запятой при отображении параметров блока на экране в режиме RUN. В рассматриваемой программе вывод параметров на экран контроллера не предусмотрен.

Параметры A (Gain, усиление) и B (Offset, смещение) используются для пересчета значения PV внутри блока ПИ-регулятора по формуле PV = Gain × PV + + Offset. Пересчитанная величина PV сравнивается с заданным значением SP.

Период обновления данных на выходе ПИ-регулятора фиксирован и равен 500 мс;

– кратковременное нажатие на кнопку «STOP» приводит к появлению 1 на входе I2 и установке 0 на выходе триггера B003 – регулятор B002 заблокирован, система отключена.

Указания по проведению эксперимента

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания. Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений. Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1. Включите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1.

Переведите контроллер в режим отображения «Главного меню» (состояние «STOP»).

Загрузите или введите в контроллер коммутационную программу «Lab 2.12». Задайте параметры блоков B001 (Gain = 1, Offset = 0), B004 (Gain = 1, Offset = 0, On = 85, Off = 80) и B002 (см. выше описание программы). Запустите программу на исполнение (пункт «Start» «Главного меню»).

Протестируйте работу схемы под управлением контроллера и убедитесь, что система функционирует в соответствии с заданным алгоритмом. Кратковременно нажмите кнопку «Пуск» (верхняя кнопка с возвратом поста управления A2). Система включена.

Заданное и фактическое значения скорости отображаются на экране состояния аналоговых входов AI «Меню запуска» (рисунок 8.4). Для перехода к указанному экрану в режиме исполнения программы RUN нажмите кнопку управления курсором на корпусе контроллера (►) до появления экрана состояния входов AI1, AI2.

В строке 1: на экране отображается напряжение на входе задания скорости AI1 (0…+10 В), умноженное на 100, т. е. диапазон значений AI1 = 0…1000. В строке 2: отображается напряжение на входе AI2, т. е. напряжение на выходе тахогенератора, пропорциональное текущему значению скорости двигателя. Это значение также умножено на 100, т. е. 00504 на рисунке соответствует 5,04 В. Разность этих значений характеризует работу регулятора и всей системы в целом.

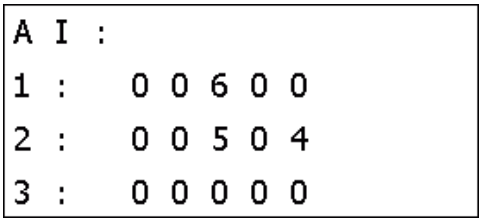


Рисунок 8.4 – Экран состояния входов меню запуска

Задайте необходимые параметры и проверьте работу системы с ПИ- или П-регулятором. Рекомендуемые значения параметров для регуляторов различного типа приведены в таблице 8.1.

Параметры регулятора могут быть изменены в режиме исполнения программы RUN. Предварительно уменьшите сигнал задания скорости до 0 (резистор поста управления A2 поверните против часовой стрелки до упора).

В «Меню запуска» нажмите Esc, перейдите к «Меню параметризации», выберите пункт «Set Param» и нажмите OK.

Выберите номер блока стрелками движения курсора вверх/вниз. По достижении экрана требуемого блока нажмите кнопку OK.

Перемещение от параметра к параметру в пределах экрана (экранов) производится стрелками движения курсора влево/вправо, изменение значения параметра – стрелками вверх/вниз.

Для выхода из режима изменения параметров с сохранением нового значения нажмите OK. Выход без сохранения измененных значений – Esc.

По окончании редактирования параметров несколько раз нажмите Esc до появления «Меню запуска».

При необходимости скорректируйте схему и коммутационную программу. За состоянием входов и выходов удобно следить на экране их состояния (входы I – цифровые, AI – аналоговые, выходы – Q) (переход из «Меню запуска» нажатием кнопки ►).

По завершении эксперимента остановите коммутационную программу (ESC > STOP > Yes), отключите выключатель «СЕТЬ» блока программируемого контроллера A1 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

Содержание отчета

1 Наименование и цель работы.
2 Перечень применяемой аппаратуры.
3 Схема электрических соединений.
4 Коммутационная программа.

Контрольные вопросы

1 В чем сложность регулирования скорости электродвигателей постоянного тока?

2 Как осуществляется регулирование скорости П- и ПИ-регулятором?

3 Напишите уравнение П- и ПИ-регулятора.

4 Пропорциональная и интегральная части регулятора соединены последовательно или параллельно?

5 В чем физический смысл постоянной времени интегрирования?

6 Будет ли ПИ-регулятор при последовательном соединении П- и И- частей?

7 Изобразите переходную характеристику ПИ-регулятора.

8 Что дает введение интегральной составляющей в закон регулирования?

9 Рассмотренная система регулирования замкнутая или разомкнутая?

10 Где еще можно использовать рассмотренную систему регулирования?

Список литературы

1 Автоматические системы транспортных средств : учебник / В. В. Беляков, Д. В. Зезюлин, В. С. Макаров, А. В. Тумасов. – М. : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2026. – 352 с.

2 **Нос, О. В.** Теория автоматического управления. Теория управления особыми линейными и нелинейными непрерывными системами : учеб. пособие / О. В. Нос. – Новосибирск : НГТУ, 2019. – 166 с.

3 **Куликова, Е. А.** Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник и практикум / Е. А. Куликова, А. Б. Чуваков. – М. : Юрайт, 2022. – 252 с.

4 **Скрябин, В. А.** Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник / В. А. Скрябин, А. Г. Схиртладзе, А. Е. Зверовщиков. – М.: КУРС; ИНФРА-М, 2019. – 320 с.

5 **Максименко, А. Н.** Диагностика строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин: учеб. пособие / А. Н. Максименко, Г. Л. Антипенко, Г. С. Лягушев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 302 с.

6 **Ким, Д. П.** Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учебник и практикум / Д. П. Ким. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2017. – 441 с.