



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Институт компьютерных наук
Кафедра электропривода

КУРСОВАЯ РАБОТА

по курсу «Программирование систем промышленной автоматизации»
Проектирование системы технического объекта

Студент

подпись, ФИО

Ратников Д.В.

Группа АС-20

Руководитель

Доцент, к.т.н.

подпись, ФИО

Музылёва И.В.

Липецк 2024 г.

Задание кафедры:

Разработать систему автоматизированного контроля и поддержания микроклимата теплицы.

1. Сделать описание объекта автоматизации в текстовой и графической форме.

2. Определить количество и тип датчиков и исполнительных механизмов. Составить таблицу входных и выходных сигналов с указанием их типа (битовый или многоразрядный).

3. Выбрать аппаратную часть на основе ПЛК S7-200 и S7-300/400.

4. Для обоих вариантов аппаратной части. Составить таблицу
входных
и выходных сигналов с указанием соответствующих адресов.

5. Составить блок-схему алгоритма работы системы.

6. Написать программу автоматизации.

Аннотация

С. 29. Ил. 15. Табл. 11. Литература 8 назв.

В данной работе представлен проект системы автоматизированного контроля и поддержания микроклимата теплицы.

Оглавление	
Введение:.....	5
1 Описание объекта автоматизации.....	6
2 Спецификации входных и выходных сигналов.....	8
3 Перечень исполнительных механизмов.....	8
4 Спецификация входных и выходных сигналов системы.....	9
5 Аппаратная часть на основе ПЛК S7.....	11
6 Масштабирование.....	12
7 Блок-схемы алгоритмов.....	15
8 Программа автоматизации для ПЛК S7-200.....	21
8.1 Включение автоматического пожарного крана.....	21
8.2 Включение вентиля перекрытия воды.....	22
8.3 Мониторинг влажности почвы.....	22
8.4 Мониторинг влажности воздуха.....	23
8.5 Включение и выключение света в теплице.....	24
8.6 Поддержание оптимальной температуры в теплице.....	26
Вывод.....	27
Список источников.....	28

Введение:

В настоящее время автоматизация производственных процессов является одним из основных направлений, по которому в настоящее время идет развитие производства во всем мире.

Автоматизация технологических процессов создаётся с помощью АСУТП. Система автоматизированного управления технологическими процессами (АСТУТП) – это комплекс программных и технических средств, предназначенных для автоматизации управления технологическим оборудованием.

Для реализации автоматизированной системы можно использовать программируемый логический контроллер (ПЛК). Контроллеры выполняют функции управления технологическими процессами в рамках заданного алгоритма в реальном масштабе времени.

Основной режим работы ПЛК – это его длительное автономное использование, нередко в неблагоприятных условиях окружающей среды, с минимальным обслуживанием и без вмешательства человека [1]. ПЛК часто используются для управления последовательными процессами, с помощью входов и выходов для определения состояния объекта и выдачи управляющих воздействия.

1 Описание объекта автоматизации

Объект управления представляет систему автоматизированного контроля и поддержания микроклимата теплицы.

Задача данной системы заключается в том, чтобы поддерживать заданные значения температуры, влажности и освещённости помещения, а также предотвращения возможного вреда.

Контроль физических характеристик системы осуществляется датчиками температуры, влажности, освещённости, дыма.

Датчик температуры служит для контроля температуры воздуха. Температура должна находиться в диапазоне +15-25С. При превышении границ включаются вентиляторы и отключаются теплогенератор. При охлаждении помещения включается теплогенератор. Датчики влажности нужны для контроля и поддержания оптимального значения влажности воздуха, а датчики влажности почвы помогают управлять системой полива. Для датчиков влажности почвы и воздуха. Если влажность почвы менее 65%, то включается система полива, а если более 80%, то система полива выключается. Если влажность воздуха менее 50%, то включается парогенератор, а если более 60%, то парогенератор выключается. Датчик дыма отслеживает возможную угрозу возгорания из-за неисправности приборов. Датчики освещённости нужны для поддержания оптимального уровня освещения теплицы. Датчик протечки нужен для отслеживания состояния трубы, подающей воду в теплицу чтобы предотвратить излишний полив почвы и гибель растений [2].

Исполнительными устройствами системы являются: автоматический пожарный кран, вентиляторы, теплогенератор, парогенераторы, вентиль перекрытия воды, лампы освещения, дополнительное освещение.

Структура системы автоматизации представлена на рисунке 1.

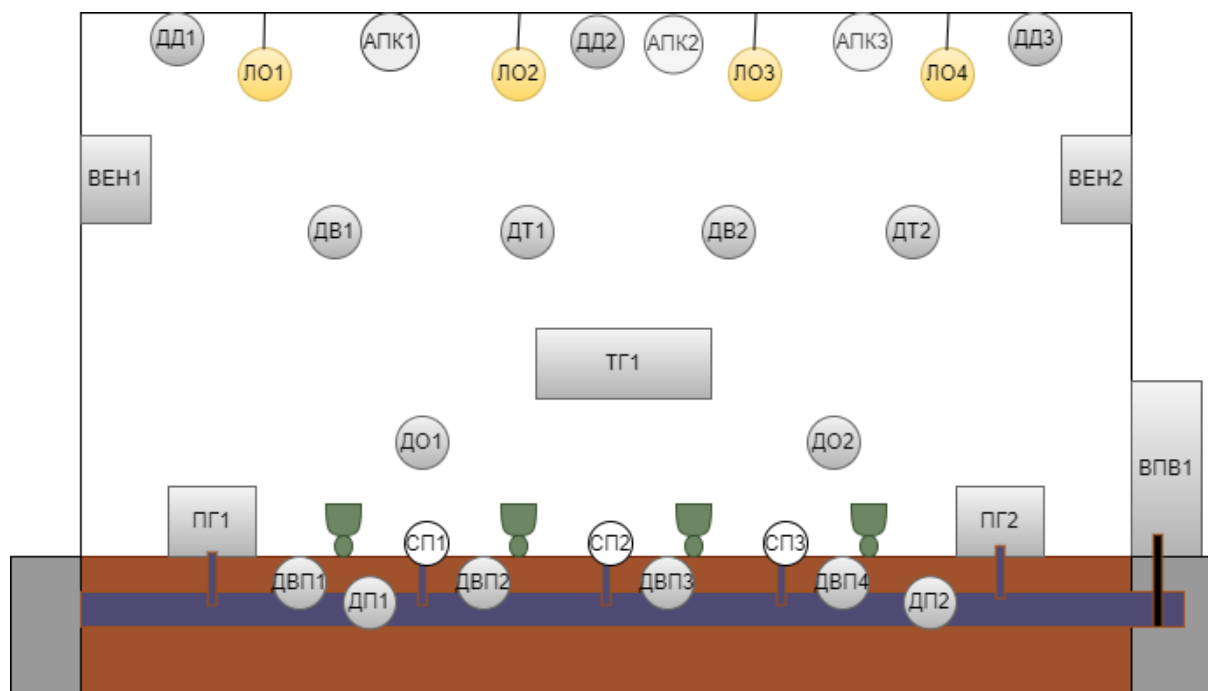


Рисунок 1 — Структура системы автоматизированного контроля и поддержания микроклимата теплицы

Датчики, представленные на рисунке:

- ДД1-3 – датчики дыма;
- ДТ1-2 – датчики температуры;
- ДВ1-2 – датчики влажности;
- ДО1-2 – датчики освещения;
- ДВП1-2 – датчики влажности почвы;
- ДП1-2 – датчики протечки.

Управляющие устройства, представленные на рисунке:

- ВПВ1 – вентиль перекрытия воды;
- ЛО1-4 – лампы освещения;
- АПК1-3 – автоматический пожарный кран;
- ВЕН1-2 – вентиляторы;
- ТГ1 - теплогенератор;
- ПГ1-2 – парогенератор;
- СП1-3 – система полива.

2 Спецификации входных и выходных сигналов

Все используемые в системе датчики перечислены в таблице 1.

Таблица 1 — Спецификация используемых датчиков

№	Название	Код	Тип	Кол.	Описание выходных значений
1	Датчики протечки	ДП	Д	2	0 — Протечка не зафиксирована 1 — протечка зафиксирована
2	Датчики влажности почвы	ДВП	А	4	Влажность от 0 до 100
3	Датчики температуры	ДТ	А	2	Текущая температура от -50 до +50 °С
4	Датчик влажности	ДВ	А	2	Влажность от 0 до 100
5	Датчик дыма	ДД	Д	3	0 – задымления нет 1 - задымление
6	Датчики освещения	ДО	А	2	Уровень освещённости от 0 до 300 люксов (на полу)

3 Перечень исполнительных механизмов

В таблице 2 представлен перечень исполнительных механизмов, используемый в проекте.

Таблица 2 — Спецификация исполнительных механизмов

№	Название	Количество	Описание выходных значений
1	Вентиль перекрытия воды	1	0 – вода не перекрыта 1 – вода перекрыта
2	Лампы освещения	4	0 – выключены 1 – включены

Окончание таблицы 2

№	Название	Количество	Описание выходных значений
3	Теплогенератор	1	0 – выключен 1 – включен
4	Парогенератор	2	0 – выключен 1 – включен
5	Система полива	3	0 – выключена 1 – включена
6	Автоматический пожарный кран	3	0 – выключена 1 – включена
7	Вентиляторы	2	0 – выключена 1 – включена

4 Спецификация входных и выходных сигналов системы

В таблице 3 представлена спецификация входных сигналов системы.

Таблица 3 — Спецификация входных сигналов

Обозначение	Параметр	Тип	Переменная
ДД1-3	Задымление	Дискретный	I0.0-I0.2
ДП1-2	Протечка трубы	Дискретный	I0.3-I0.4
ДВ1-2	Влажность воздуха	Аналоговый	AIW16, AIW18
ДВП1-4	Влажности почвы	Аналоговый	AIW8, AIW10, AIW12, AIW14
ДТ1-2	Температура	Аналоговый	AIW0, AIW2
ДО1-2	Освещенность	Аналоговый	AIW4, AIW6

В таблице 4 представлена спецификация выходных сигналов системы.

Таблица 4 — Спецификация выходных сигналов

Обозначение	Параметр	Тип	Переменная
ЛО1-4	Освещение помещения	Дискретный	Q0.0-Q0.3
ПГ1-2	Включение парогенератора	Дискретный	Q0.4-Q0.5
ТГ1	Включение теплогенератора	Дискретный	Q0.6
ВПВ1	Перекрытие подачи воды	Дискретный	Q0.7
ВЕН1-2	Включение вентиляторов	Дискретный	Q1.0-Q1.1
АПК1-3	Включение автоматического пожарного крана	Дискретный	Q1.2-Q1.4
СП1-3	Включение системы полива	Дискретный	Q1.5-Q1.7

5 Аппаратная часть на основе ПЛК S7

В таблице 5 представлены компоненты для ПЛК S7-200, необходимые для реализации проекта [3-4].

Таблица 5 – Конфигурация ПЛК S7-200

Компоненты	Название	Количество блоков	Адреса	Предназначение
Блок питания	SITOP smart 10	1	-	Питание системы
CPU	CPU 216	1	-	Управление системой
Входы цифровые	Встроенны й	1	I0.0 – I0.4	Чтение цифровых управляющих сигналов
Выходы цифровые	Встроенны й	1	Q0.0- Q0.7	Исполнительные устройства
Выходы цифровые	ЕМ 223	1	Q1.0 - Q1.7	Исполнительные устройства
Входы аналоговые	ЕМ 231	1	AIW0- AIW6	Чтение аналоговых управляющих сигналов
Входы аналоговые	ЕМ 231	1	AIW8- AIW14	Чтение аналоговых управляющих сигналов
Входы аналоговые	ЕМ 231	1	AIW16- AIW18	Чтение аналоговых управляющих сигналов

6 Масштабирование

Для реализации операций сравнения фактической влажности для датчиков почвы и воздуха с константами необходимо выполнить

масштабирование [5]. В таблице 6 представлено максимальное масштабирование с шагом дискретизации равным 0.0244.

Таблица 6 – Максимальное масштабирование сигнала от датчика влажности

Влажность, %	Импульсы для быстрого счета	Код для аналогового масштабирования
0	0	0000 0000 0000
0.0244	1	0000 0000 0001
0.00098	2	0000 0000 0010
...
60	2459	1001 1001 1011
90	3689	1110 0110 1001
...
100	4095	1111 1111 1111

В таблице 7 представлено неполное масштабирование с шагом дискретизации равным 0,05.

Таблица 7 – Неполное масштабирование сигнала от датчика влажности

Влажность, %	Десятичный код	Код
0	0	0000 0000 0000
0,0500	1	0000 0000 0001
0,1000	2	0000 0000 0010
...
50,0000	1000	0011 1110 1000
60,0000	1200	0100 1011 0000
65,0000	1300	0101 0001 0100
80,0000	1600	0110 0100 0000
...
100	2000	0111 1101 0000

Для реализации операций сравнения фактической температуры с константами необходимо выполнить ее масштабирование [5]. В таблице 8 представлено максимальное масштабирование с шагом дискретизации

равным 0,0244.

Таблица 8 – Масштабирование сигнала от датчика температуры

Температура	Код
-50,0000	0000 0000 0000
-49,9756	0000 0000 0001
-49,9512	0000 0000 0010
...	...
-34,2002	0010 1000 0111
...	...
8,8278	1001 0110 1001
...	...
28,6813	1100 1001 0110
...	...
49,9756	1111 1111 1110
50,0000	1111 1111 1111

В таблице 9 представлено неполное масштабирование с шагом дискретизации равным 0,05.

Таблица 9 – Неполное масштабирование сигнала от датчика температуры

Влажность, %	Десятичный код	Код
-50,0000	0	0000 0000 0000
-49,9500	1	0000 0000 0001
-49,9000	2	0000 0000 0010
...
15,0000	1300	0101 0001 0100
25,0000	1500	0101 1101 1100
...
50,0000	2000	0111 1101 0000

Для реализации операций сравнения фактической степени освещённости в теплице с константами необходимо выполнить ее масштабирование [5]. В таблице 9 представлено максимальное

масштабирование с шагом дискретизации равным 0,0733.

Таблица 10 – Масштабирование сигнала от датчика освещённости

Освещённость(Люкс)	Код
0	0000 0000 0000
0,0733	0000 0000 0001
0,1466	0000 0000 0010
...	...
0,2932	0000 0000 1011
...	...
0,7332	0000 0010 0111
...	...
2,9332	0011 0011 0111
...	...
299,9267	1111 1111 1110
300	1111 1111 1111

В таблице 9 представлено неполное масштабирование с шагом дискретизации равным 0,1.

Таблица 11 – Неполное масштабирование сигнала от датчика температуры

Влажность, %	Десятичный код	Код
0	0	0000 0000 0000
0,1000	1	0000 0000 0001
0,2000	2	0000 0000 0010
...
38,3000	383	0001 0111 1111
200,0000	2000	0111 1101 0000
...
300,0000	3000	1011 1011 1000

7 Блок-схемы алгоритмов

На рисунках 2-7 представлены блок-схемы алгоритмов управления включением/выключением света, включением системы полива и парогенераторов, вентилем перекрытия воды.

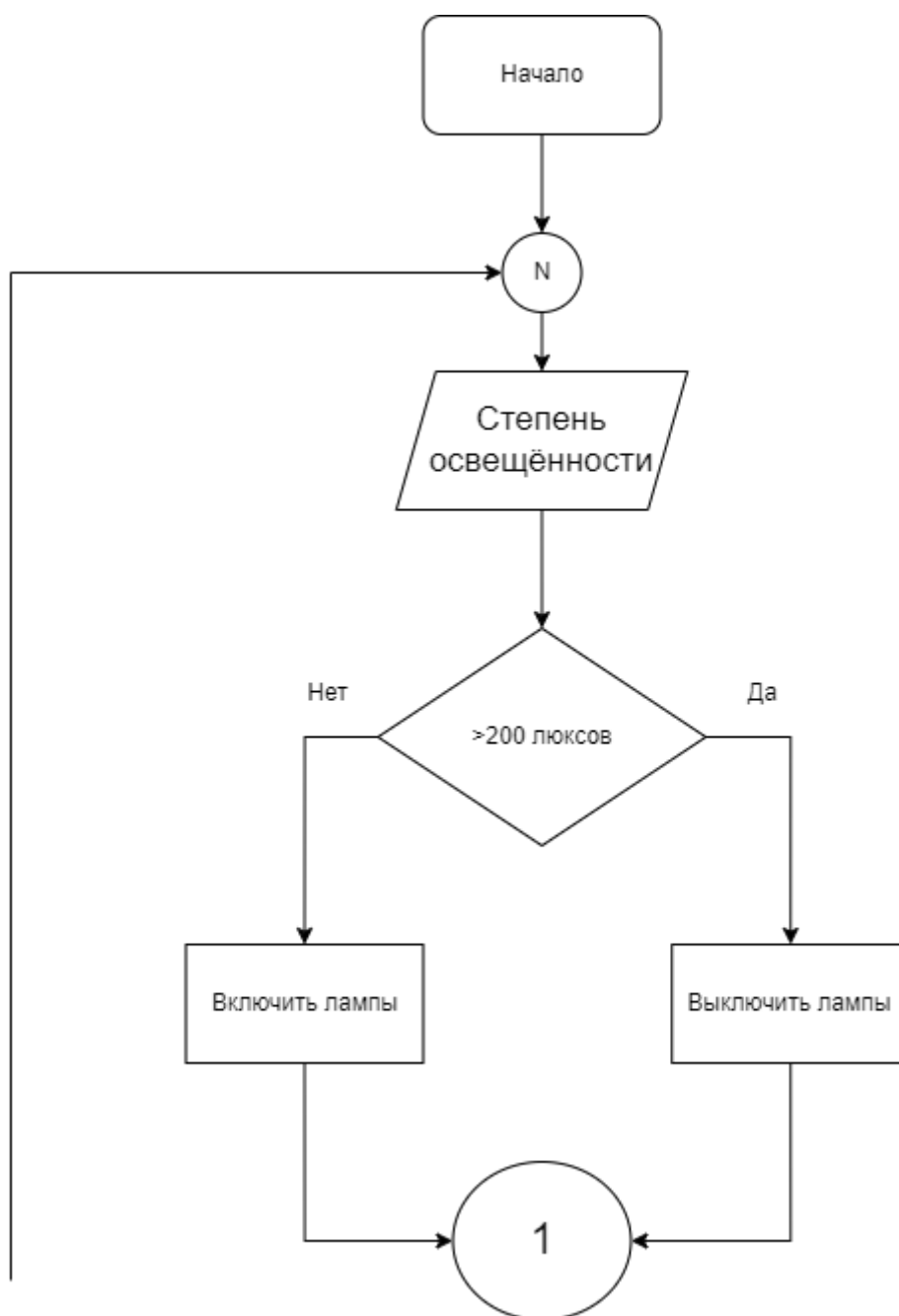


Рисунок 2 – Блок-схема включения/выключения ламп

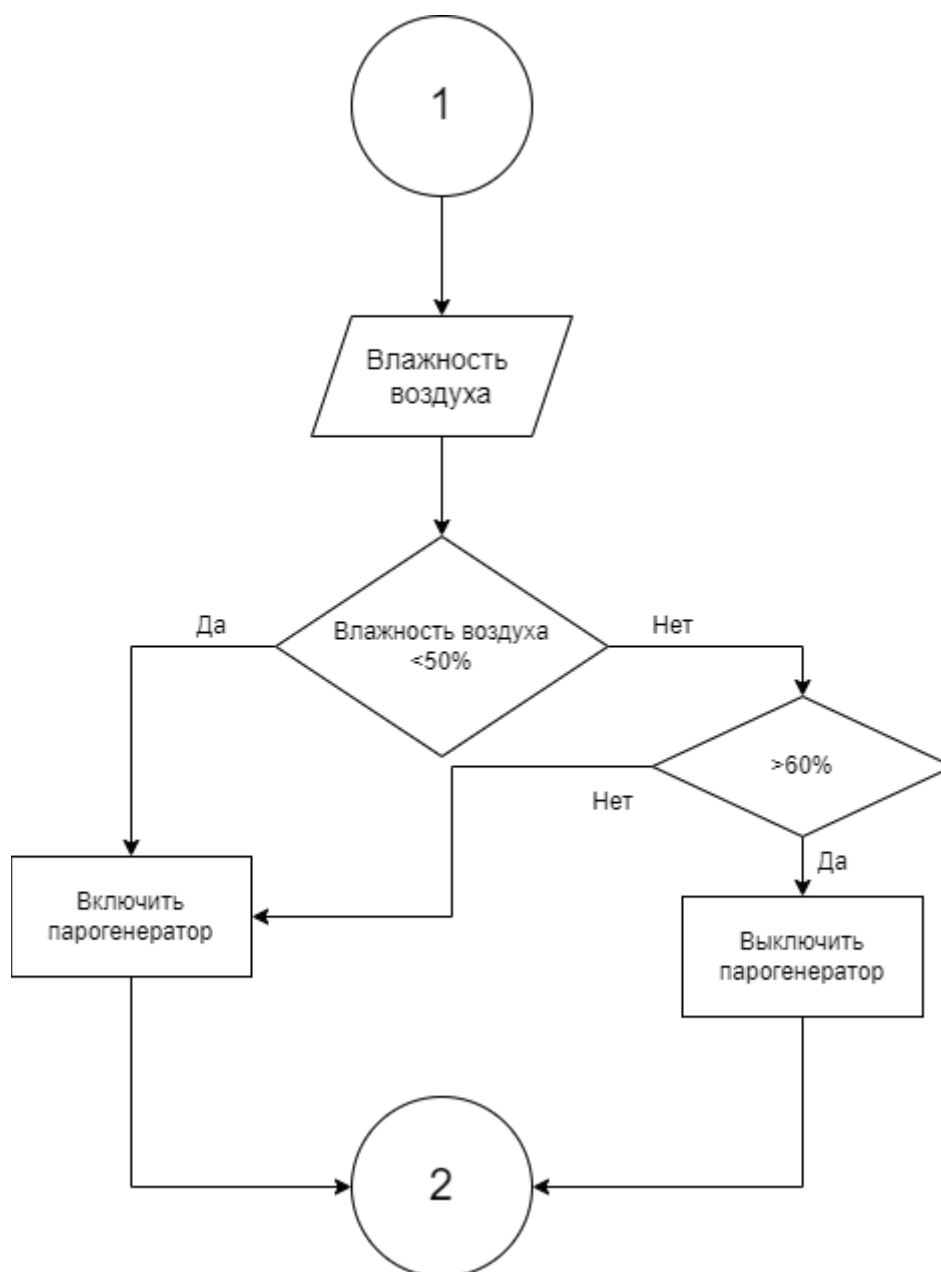


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма включения/выключения парогенератора

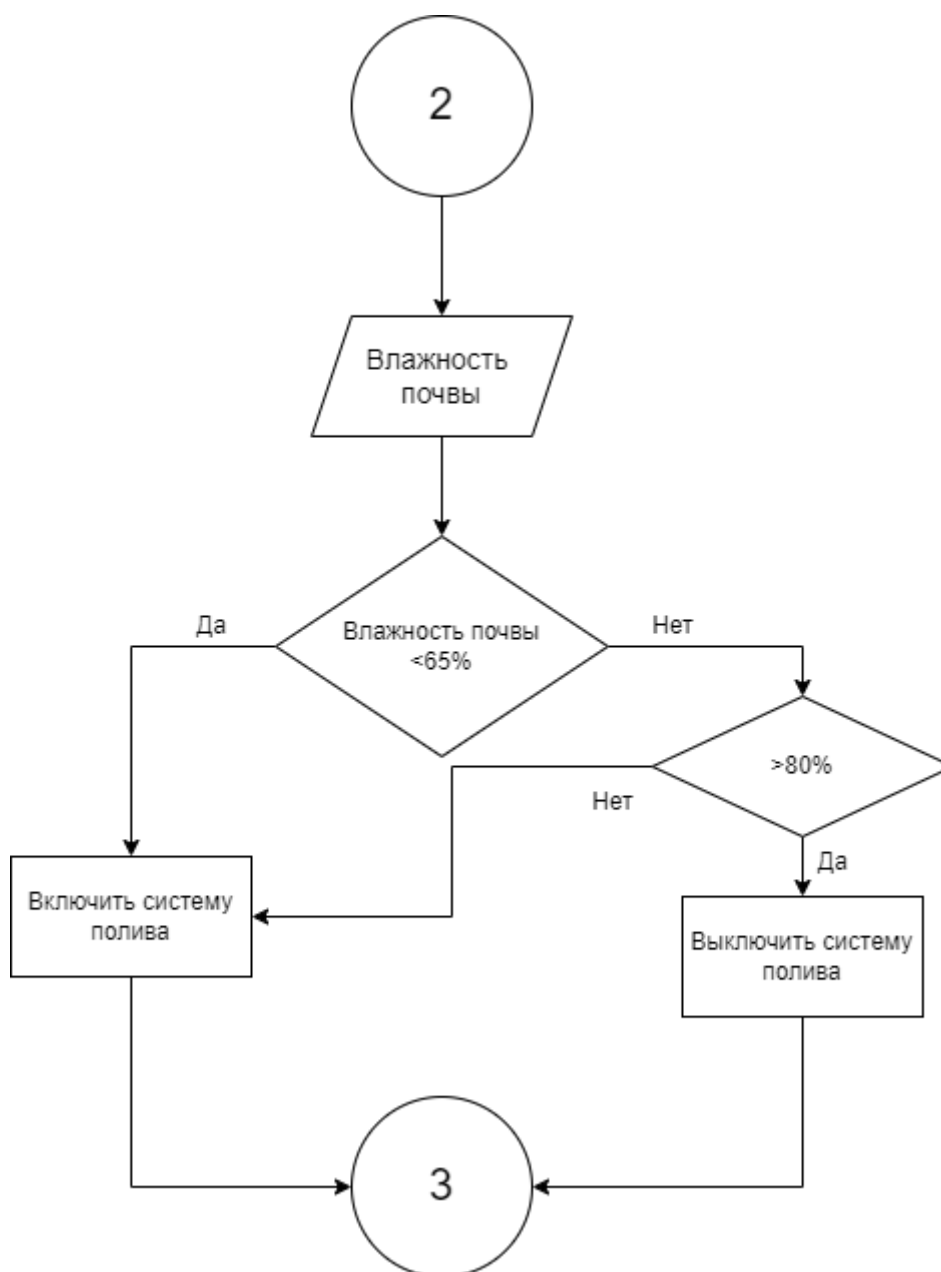


Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма системы полива

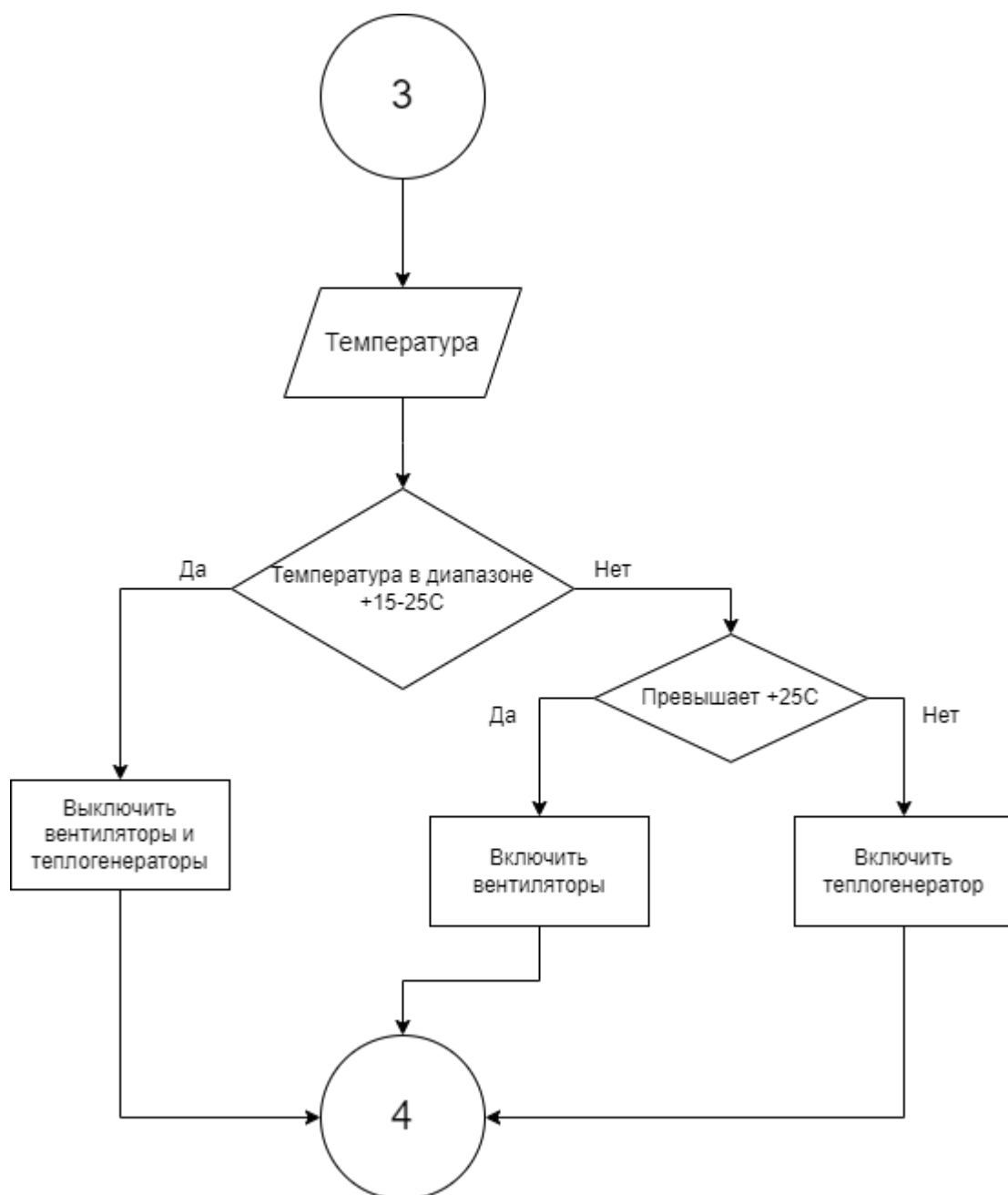


Рисунок 5 – Блок-схема алгоритма работы теплогенератора и вентиляторов



Рисунок 6 – Блок-схема алгоритма включения АПК

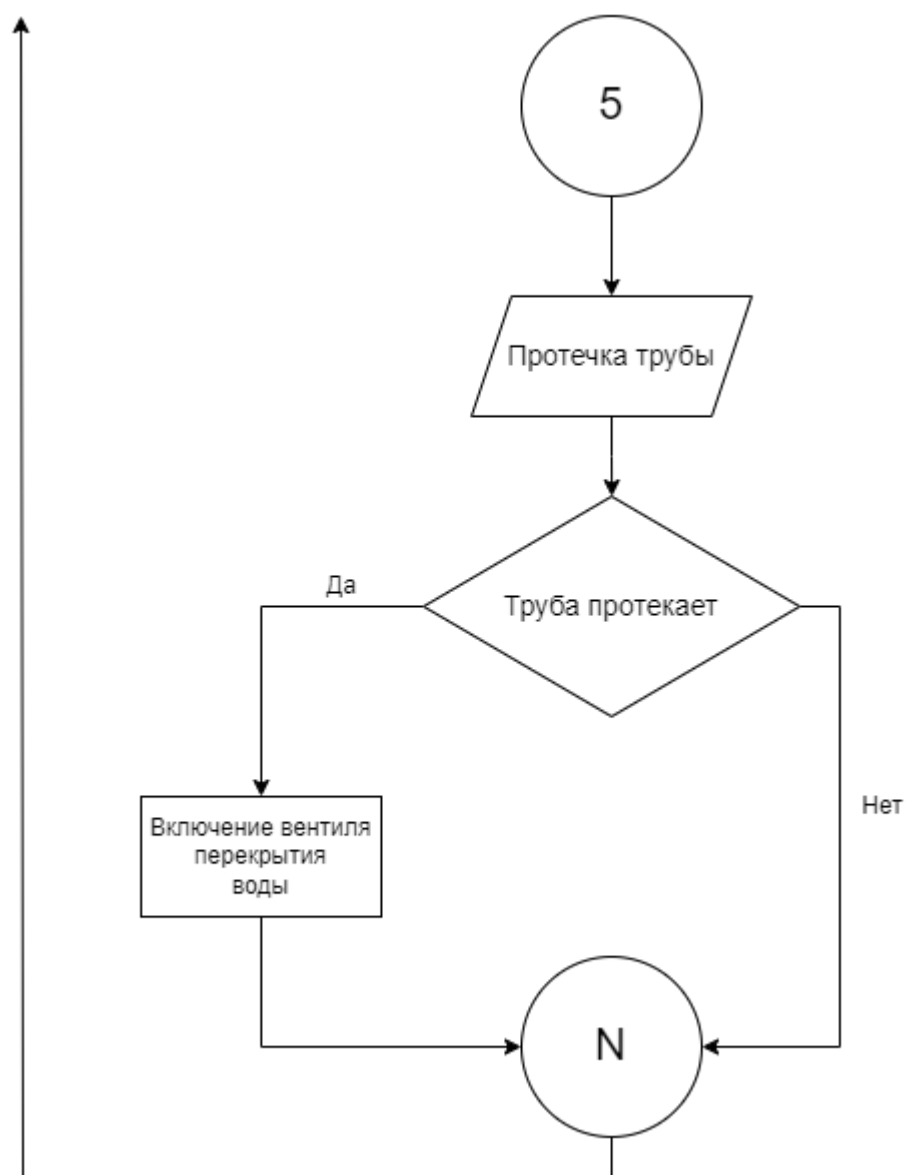


Рисунок 7 – Блок-схема алгоритма включения вентиля перекрытия воды

8 Программа автоматизации для ПЛК S7-200

8.1 Включение автоматического пожарного крана

На рисунке 9 представлена программа вызова прерывания для автоматического пожарного крана [6-8]. Блок-схема этого действия представлена на рисунке 6. На рисунках 10 и 11 представлены программы прерывания для включения и выключения одного из трёх. Обработки сигналов, приходящий с адреса I0.0. Для сигналов с I0.1-I0.2 алгоритм аналогичный. Спецификация выходных сигналов датчиков представлена в таблице 4.



Рисунок 9 – Назначение прерываний для АПК.

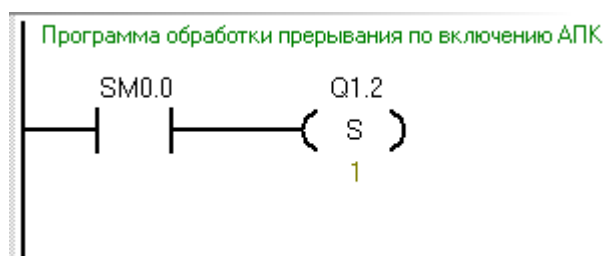


Рисунок 10 – Программа обработки прерывания по включению АПК

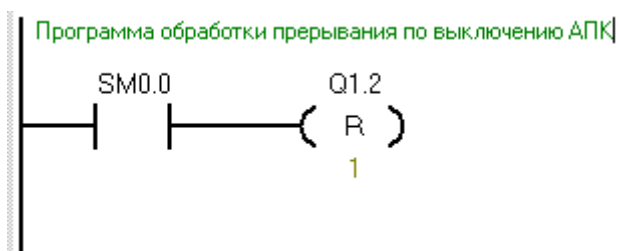


Рисунок 11 – Программа обработки прерывания по выключению АПК

8.2 Включение вентиля перекрытия воды

На рисунке 12 представлен алгоритм программы для вентиля перекрытия подачи воды [6-8]. Блок-схема этого действия представлена на рисунке 7. Он обрабатывает сигнал с I0.3. Для сигнала с I0.4 программа аналогична, с тем же самым выходом. Спецификация выходных сигналов датчиков представлена в таблице 4.

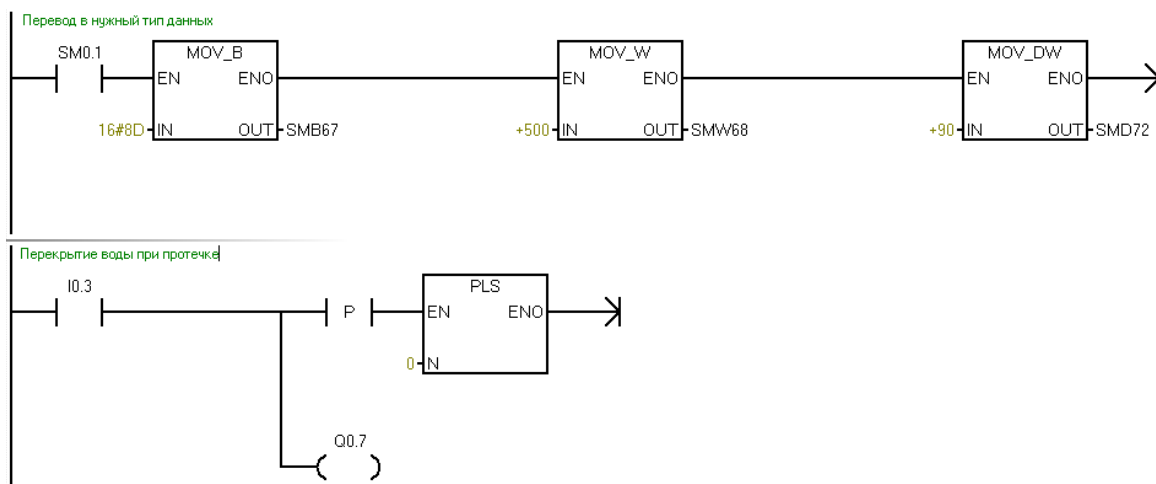


Рисунок 12 – Перекрытие подачи воды при срабатывании датчика протечки

8.3 Мониторинг влажности почвы

На рисунке 13 представлен алгоритм поддержания оптимальной влажности почвы для данных, приходящих с аналогового датчика AIW8 [6-8]. Блок-схема этого действия представлена на рисунке 4. Алгоритм аналогичен и для остальных датчиков AIW10, AIW12, AIW14. Спецификация выходных сигналов датчиков представлена в таблице 4.

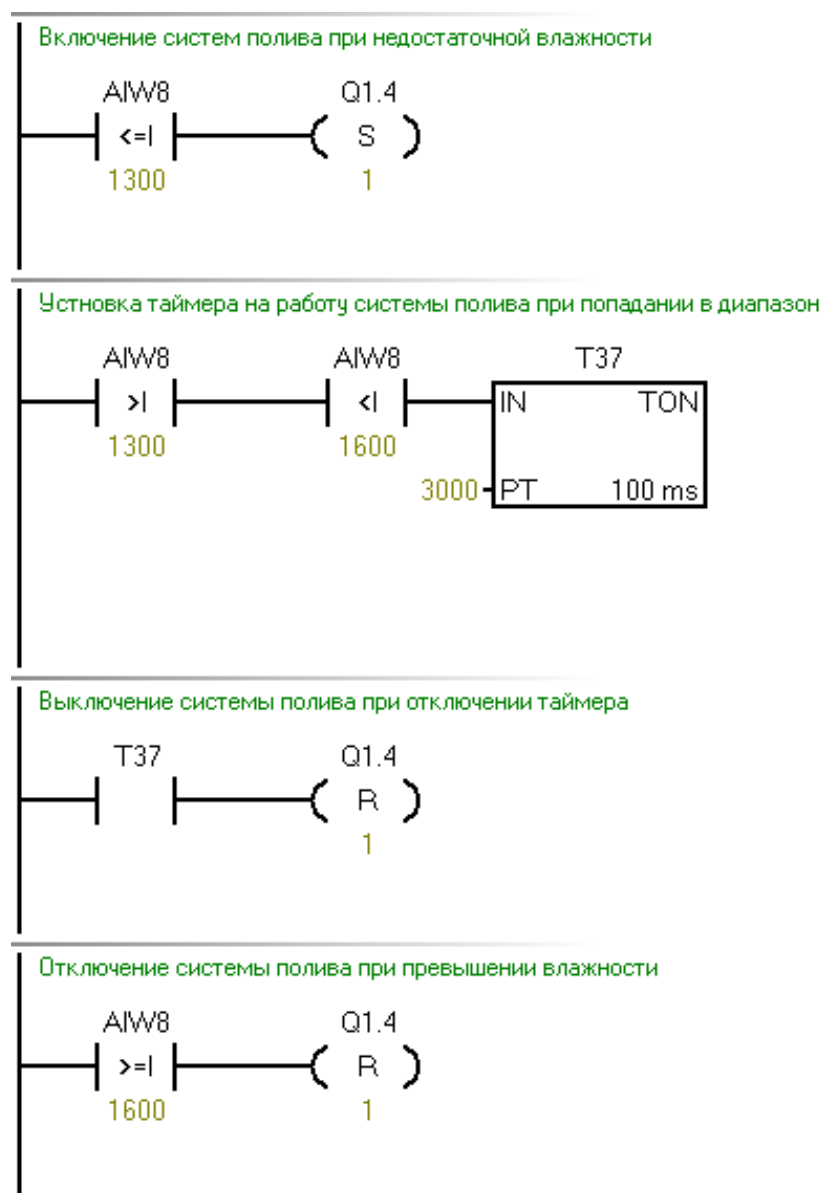


Рисунок 13 - Алгоритм поддержания влажности почвы

8.4 Мониторинг влажности воздуха

На рисунке 14 представлен алгоритм поддержания оптимальной влажности воздуха для данных, приходящих с аналогового датчика AIW16 [6-8]. Блок-схема этого действия представлена на рисунке 3. Для датчика AIW18 алгоритм аналогичен. Спецификация выходных сигналов датчиков представлена в таблице 4.

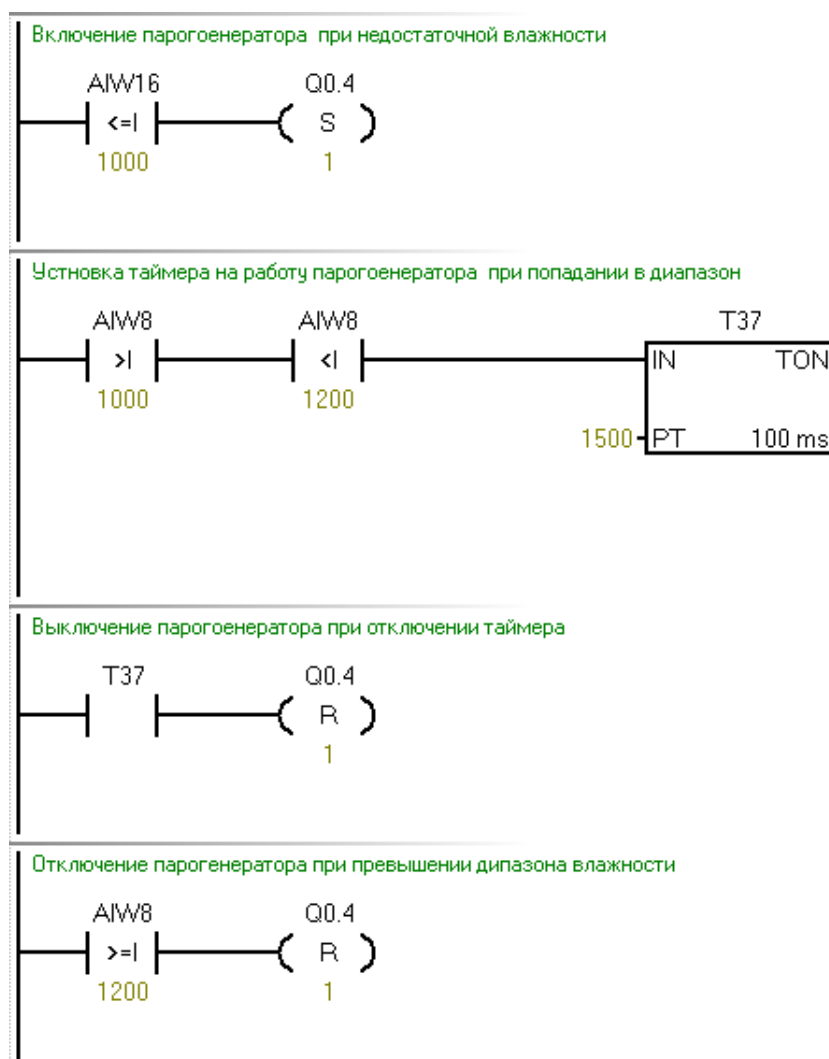


Рисунок 14 - Алгоритм поддержания влажности воздуха

8.5 Включение и выключение света в теплице

На рисунке 14 представлен алгоритм включения и выключения света в теплице [6-8]. Блок-схема этого действия представлена на рисунке 2. Для проверки степени освещённости используются значения, приходящие с датчика AIW4. Для датчика AIW6 алгоритм аналогичен. Спецификация выходных сигналов датчиков представлена в таблице 4.

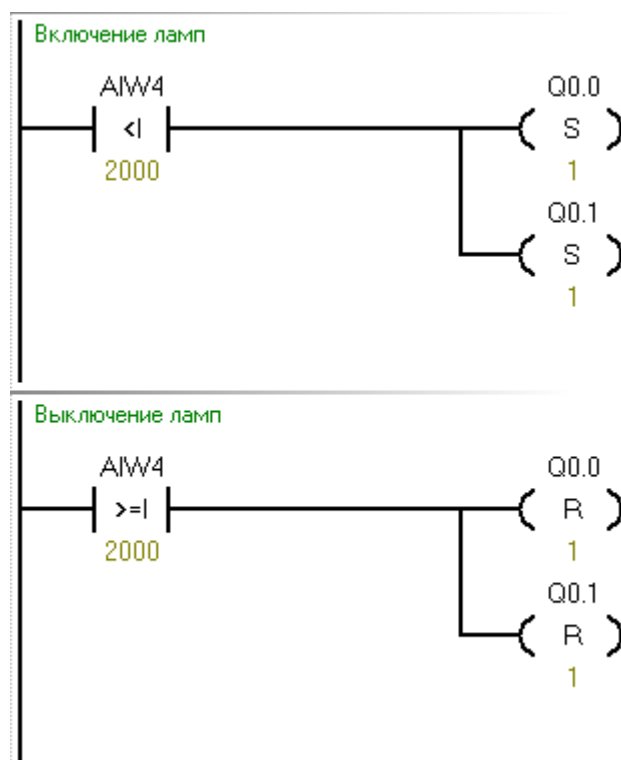


Рисунок 15 - Включение\выключения ламп

8.6 Поддержание оптимальной температуры в теплице

На рисунке 14 представлен алгоритм поддержания оптимальной температуры в теплице [6-8]. Блок-схема этого действия представлена на рисунке 5. Для этого используются значения, приходящие с датчика AIW0. Алгоритм аналогичен для датчика AIW2. Для датчика AIW6 алгоритм аналогичен. Спецификация выходных сигналов датчиков представлена в таблице 4.

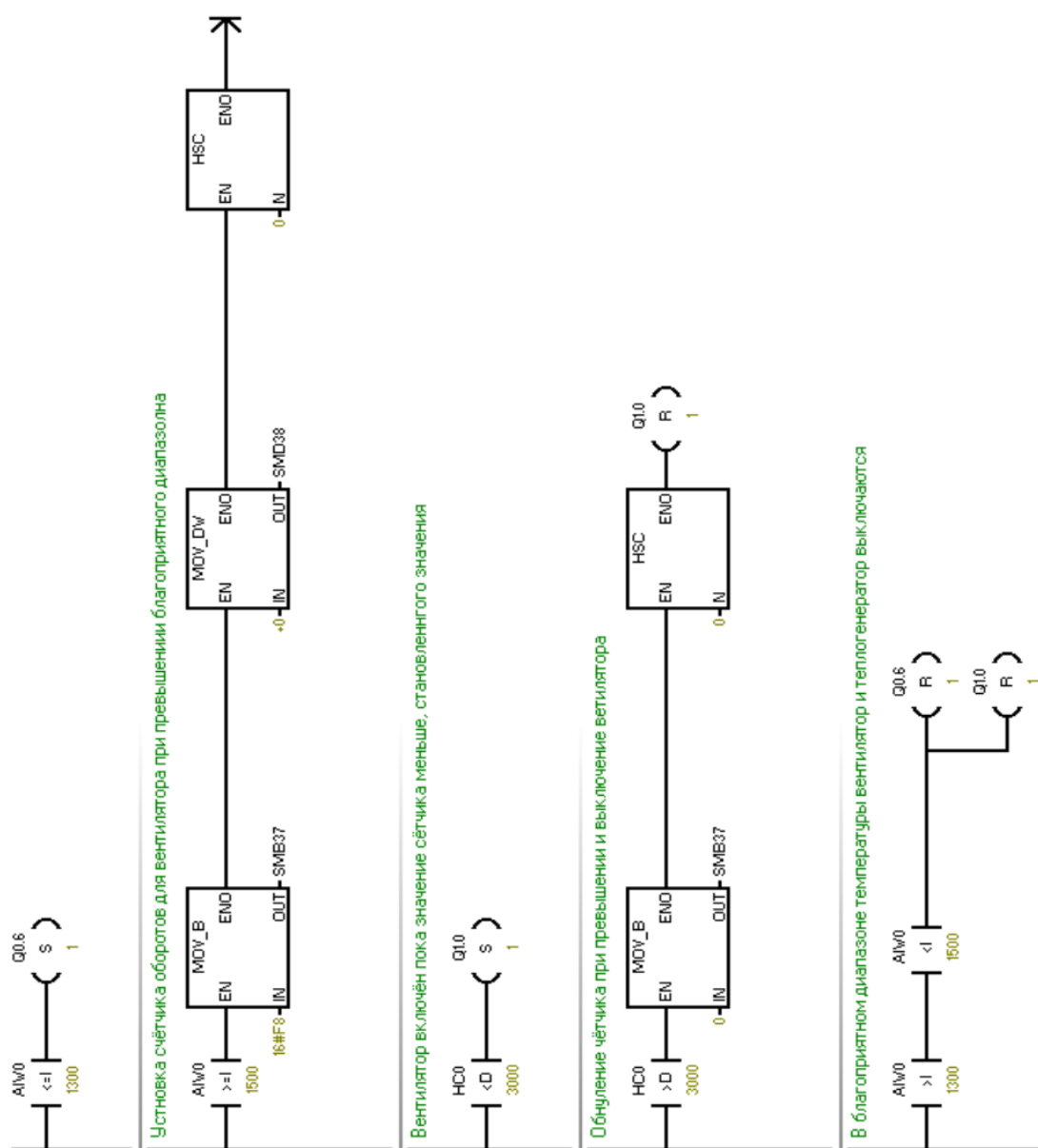


Рисунок 16 - Включение\выключения вентиляторов и теплогенератора

Вывод

В рамках данного курсового проекта была разработана система автоматизированного контроля и поддержания оптимального микроклимата в теплице. Данная система позволяет наблюдать и регулировать значения не только температуры и влажности, но также контролировать включение и выключение света, а также обнаруживать и реагировать на задымленность.

Система предоставляет возможность мониторинга и управления параметрами микроклимата с использованием датчиков, контроллеров и исполнительных устройств. Она обеспечивает автоматическое регулирование работы отопления, охлаждения, освещения и вентиляции в теплице, что позволяет оптимизировать условия для роста и развития растений.

Список источников

1. Введение в ПЛК [Электронный ресурс] - Электронные данные – Режим доступа к данным: <https://www.compel.ru/lib/95591>, свободный – Дата доступа: 06.03.2024.

2. Автоматизированная система управления тепличным хозяйством на базе микроконтроллеров [Электронный ресурс] - Электронные данные – Режим доступа к данным: <http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/15860/2/Kelsin2.pdf> свободный – Дата доступа: 06.03.2024.

3. Технические средства на примере семейства SIMATIC S7-200 // Изучаем цифровую технику [Электронный ресурс] - Электронные данные – Режим доступа к данным: https://cifra.studentmiv.ru/wp-content/uploads/2020/12/2_Odnokorpusnyie-PLK_tekhnicheskie-sredstva.pdf , свободный – Дата доступа: 06.03.2024.

4. Программируемый контроллер S7-200 // Intechcom [Электронный ресурс] - Электронные данные – Режим доступа к данным: http://www.intechcom.ru/sites/default/files/production_files/s7-200_man.pdf , свободный – Дата доступа: 06.03.2024.

5. Структура цифровой системы автоматизации // Изучаем цифровую технику [Электронный ресурс] - Электронные данные – Режим доступа к данным: https://cifra.studentmiv.ru/wp-content/uploads/2021/02/Struktura-tsifrovoy-SA_teoriya.pdf , свободный – Дата доступа: 06.03.2024.

6. Музылева, И. В. Практическая работа в STEP7 Micro/Win промышленного программного обеспечения SIMATIC. Учебное пособие. [Текст]: учебное пособие / И. В. Музылева. – Липецк: ЛГТУ, 2005.

7. Набор команд S7-200 // Siemens-ru [Электронный ресурс] - Электронные данные – Режим доступа к данным: https://www.siemens-ru.com/doc/06_InstructionSet_r.pdf , свободный – Дата доступа: 06.03.2024.

8. Музылева, И. В. Программирование промышленных логических контроллеров SIMATIC S7. Часть 1. Семейство S7-200 [Текст]: учебное пособие / И. В. Музылева. – Липецк: ЛГТУ, 2013. – 72 с.