

# «Умная теплица» на шести сотках

Сергей Шишкин (svshi1969@mail.ru)

В публикации представлен бюджетный вариант автоматизации теплицы для индивидуального хозяйства на базе программируемого реле ОВЕН ПР200. Автор приводит построение на базе вышеуказанного программируемого реле некоторых локальных систем «умной теплицы».

Термин, или понятие, «умная теплица» подразумевает автоматизированную систему управления (АСУ) инженерным оборудованием, задействованным в самой теплице или на прилегающей территории, которая позволяет осуществлять регулировку микроклимата и может решать следующие задачи:

- автоматическое управление режимами работы инженерных систем в теплице;
- поддержание заданных параметров микроклимата;
- отображение необходимой информации на экране контроллера, монитора или мобильного устройства;
- контроль и диагностика состояния исполнительного оборудования;
- удалённое управление в личном кабинете;
- своевременное оповещение персонала о нештатных ситуациях.

Для контроля и управления тепличным оборудованием может быть задействован диспетчерский пункт со SCADA-системой. Для менее масштабных объектов целесообразнее организовать мониторинг и управление в облачных сервисах, например, OwenCloud, связь с которым обеспечивается через Ethernet или по беспроводной связи стандарта GSM/Wi-Fi.

В теплицах могут быть установлены следующие локальные системы и оборудование:

- система вентиляции – открывание форточек, фрамуг или приточно-вытяжная;
- система отопления – водяное, воздушное или другое;
- система зашторивания – горизонтальное и вертикальное. В общем случае можно выделить 5 видов за-

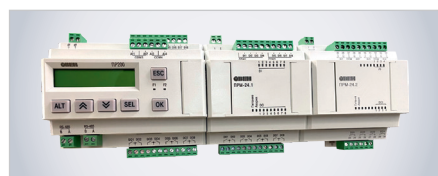


Рис. 1. Внешний вид ПР200 с подключёнными модулями расширения ПРМ-24.1, ПРМ-24.2

шторивания: энергосберегающее, затеняющее, комбинированное, затемняющее, световозвращающее;

- СИОД – система испарительного охлаждения и увлажнения для снижения температуры воздуха на 5–10°C и создания необходимой влажности в теплице;
- искусственное ассимиляционное освещение для увеличения продолжительности светового дня в теплице;
- система подачи CO<sub>2</sub> для увеличения урожайности до 30% при прочих равных условиях;
- система полива.

Кроме того, каждая система может в себя включать составные части, функциональные блоки и узлы.

Например, система полива может в себя включать:

- растворный узел для смешивания точных растворов удобрений с водой и подачи в магистраль полива;
- гравийный фильтр для предварительной подготовки воды;
- теплообменник для подогрева воды;
- систему подготовки воды ОСМОС;

- магистраль капельную, оросительную или прилив-отлив;
- накопительные ёмкости для подготовленной воды, сбора грязного и чистого дренажа;
- дезинфектор дренажа – термический или ультрафиолетовый.

Автоматизация теплиц подразумевает под собой управление и отслеживание параметров климата, которые можно регулировать. Автоматизация поддержания микроклимата способствует лучшему росту и повышению урожайности, а также уменьшает затраты на ручной труд.

От слаженной работы локальных систем зависит микроклимат в теплице, а следовательно, и урожай. В сознании обывателя укоренилось, что понятие «умная теплица» применимо только к большим тепличным комплексам или крупным фермерским хозяйствам. Большая часть коммерческих проектов по автоматизации теплиц разрабатывается для тепличных комплексов площадью несколько гектаров, в то время как рынок автоматизации теплиц для фермерских и индивидуальных хозяйств остаётся без внимания. Современные тепличные комплексы строятся многопролётными по типовым проектам, они комплектуются необходимыми инженерными системами поддержания микроклимата: отопления, полива, вентиляции и циркуляции воздуха, водостока, водоснабжения

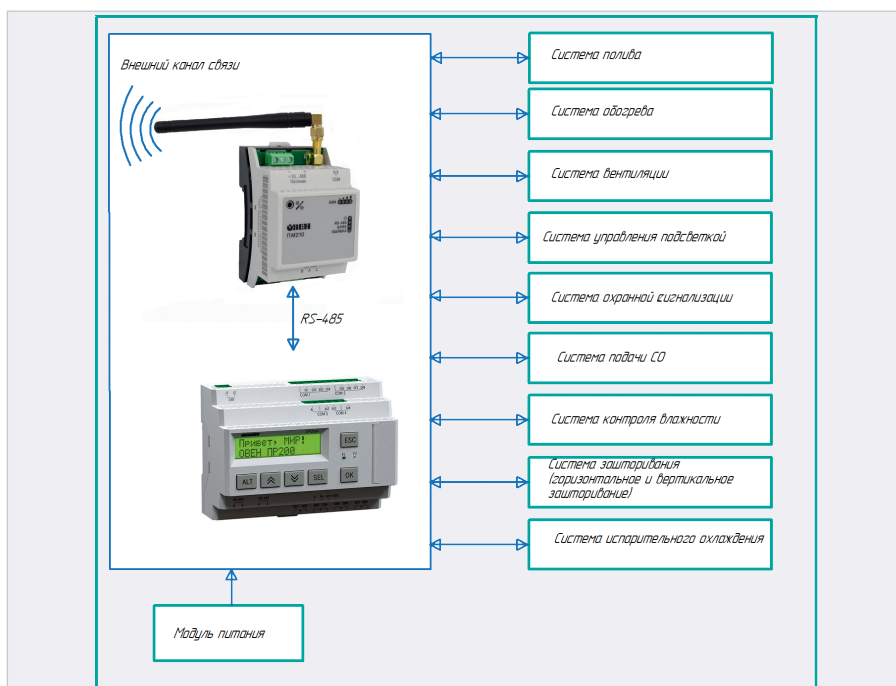


Рис. 2. Структурная схема АСУ УТ на базе ПР200

и канализации, освещения. Все эти системы предназначены для больших предприятий. Они являются сложными в установке и эксплуатации, а также имеют высокую стоимость. Их отличительная черта – высокие затраты на обслуживание, потребность в квалифицированном техническом рабочем персонале. Эти системы неприменимы для индивидуальных, частных или мелких фермерских хозяйств.

Применение современных программируемых реле позволяет реализовать свою «умную теплицу» для индивидуального хозяйства в сельской местности или в городе, в садоводческих обществах на шести сотках. Программируемое реле ОВЕН ПР200-24.4.2 (далее – ПР200) – одно из множества модификаций позволяет автоматизировать как большие тепличные комплексы, так и бюджетные теплицы для индивидуальных хозяйств. ПР200 позволяет разработать АСУ ТП для бюджетной, негабаритной теплицы, способную поддерживать благоприятные условия для культивации растений.

Устройство управляющее многофункциональное ПР200 относится к классу приборов «программируемое реле». Подобные приборы широко применяются для построения автоматизированных систем управления при решении задач локальной автоматизации. Их применение снижает затраты на проектирование и изготовление систем управления, повышает их надёжность, снижает издержки и эксплуатационные расходы. Фактически ПР200 представляет собой программируемое реле с дисплеем. Прибор предназначен для построения простых автоматизированных систем управления технологическим оборудованием. ПР200 программируется в OwenLogic на языке FBD. Пользовательская программа записывается в энергонезависимую Flash-память прибора. Прибор поддерживает следующие функции:

- работа по программе, записанной в память;
- работа в сети RS-485 по протоколу Modbus RTU / Modbus ASCII в режиме Master или Slave;
- обработка входных сигналов от датчиков;
- управление подключёнными устройствами с помощью дискретных или аналоговых сигналов;
- отображение данных на ЖКИ;
- ввод и редактирование данных с помощью кнопок на лицевой панели.

ПР200 – это программируемый управляемый автомат с дисплеем, который позволяет контролировать на дисплее состояние выходов и вхо-

дов. Для увеличения количества входов и выходов головного устройства ПР200, а значит, и для увеличения его функциональных возможностей необходимо задействовать следующие модули расширения: дискретного ввода/вывода ПРМ-Х.1; аналоговых входов и дискретных выходов ПРМ-Х.2; аналогового ввода-вывода ПРМ-Х.3. Каждый модуль имеет независимое питание с усиленной гальванической изоляцией, что позволяет подключать к прибору модули любой модификации с любым

питающим напряжением. Допускается подключение модулей с различным напряжением. Внешний вид ПР200 с подключёнными модулями расширения ПРМ-24.1, ПРМ-24.2 приведён на рис. 1.

Для удалённого обмена данными через беспроводную сеть GPRS задействован сетевой шлюз ПМ210-24. Он предназначен для передачи данных в OwenCloud. Структурная схема АСУ умной теплицы (далее – АСУУТ) на базе ПР200 приведена на рис. 2.



**LITEMAX**

## ВАШ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОПУТЧИК!

### Полосковые дисплеи для транспорта

- ЖК-дисплеи серии SPANPIXEL™ с яркостью до 3000 кд/м<sup>2</sup>
- Размеры по диагонали от 6,2 до 65"
- Разрешение до 4K2K
- Угол обзора 178° (во всех плоскостях)
- Диапазон рабочих температур (некоторых моделей) –30...+85°C
- Возможна разработка под заказ
- Ресурс до 100 000 часов

**PROCHIP**  
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА  
(495) 232-2522 • INFO@PROCHIP.RU • WWW.PROCHIP.RU



Рис.1

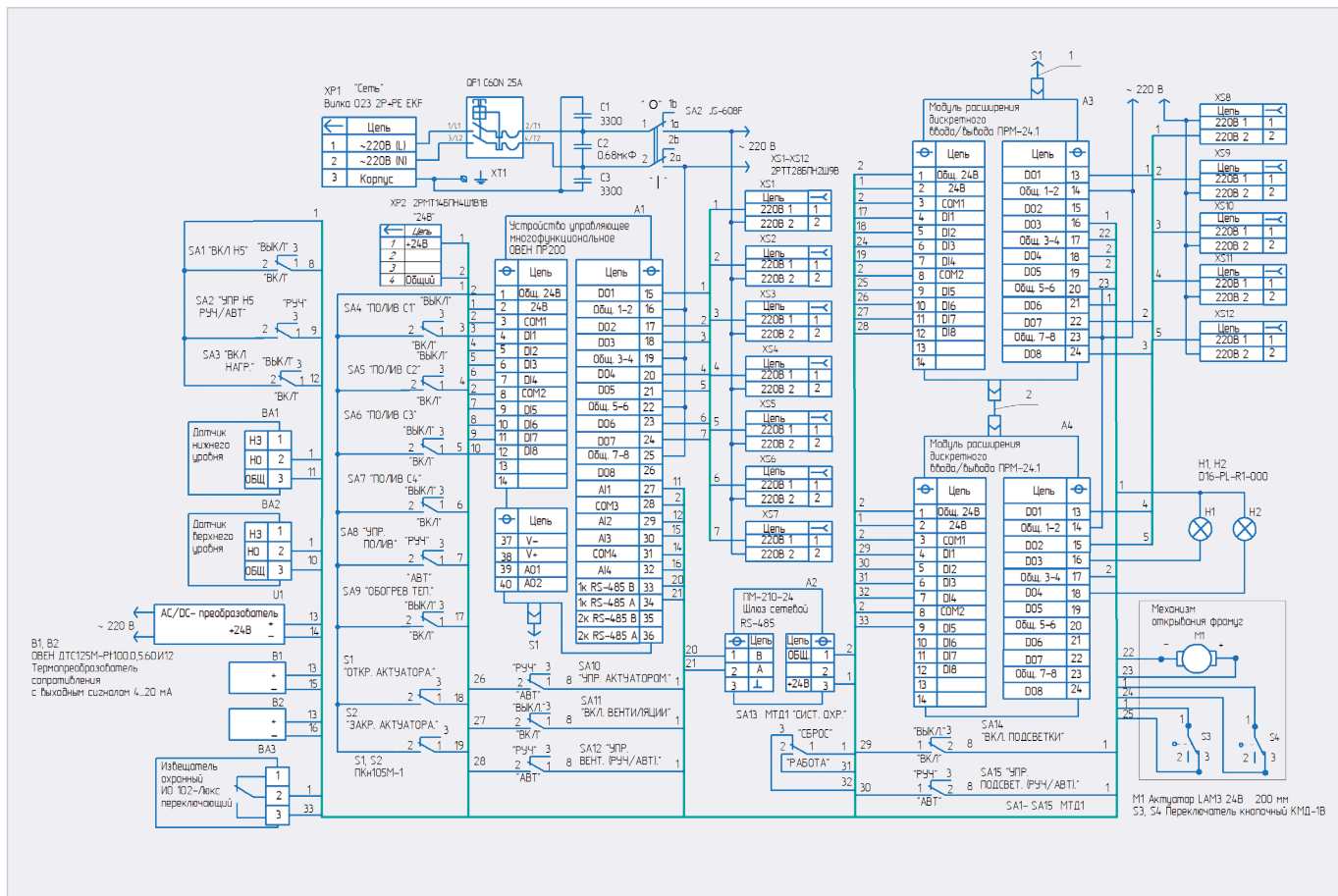


Рис. 3. Принципиальная схема PR200 с модулями расширения PPM-24.1 для системы полива, системы обогрева и вентиляции, системы подсветки и охраны

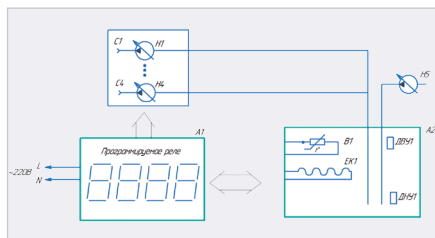


Рис. 4. Функциональная схема АСУ УТ для системы полива на базе PR200

Принципиальная схема PR200 с модулями расширения PPM-24.1 для системы полива, системы обогрева и вентиляции, системы подсветки и охраны приведена на рис. 3. Функциональная схема АСУ УТ на базе PR200 для системы полива приведена на рис. 4.

Алгоритм работы данной системы следующий. Пусть в теплице имеется четыре независимых сектора для полива, которые соответственно поливаются насосами N1...N4. Вода для полива забирается из накопительного бака A2. В данном баке имеются: нагреватель EK1; датчик температуры B1; датчик верхнего уровня ДВУ1; датчик нижнего уровня. В накопительный бак вода закачивается из внешней системы насосом H5. Скриншот управляющей программы для систе-

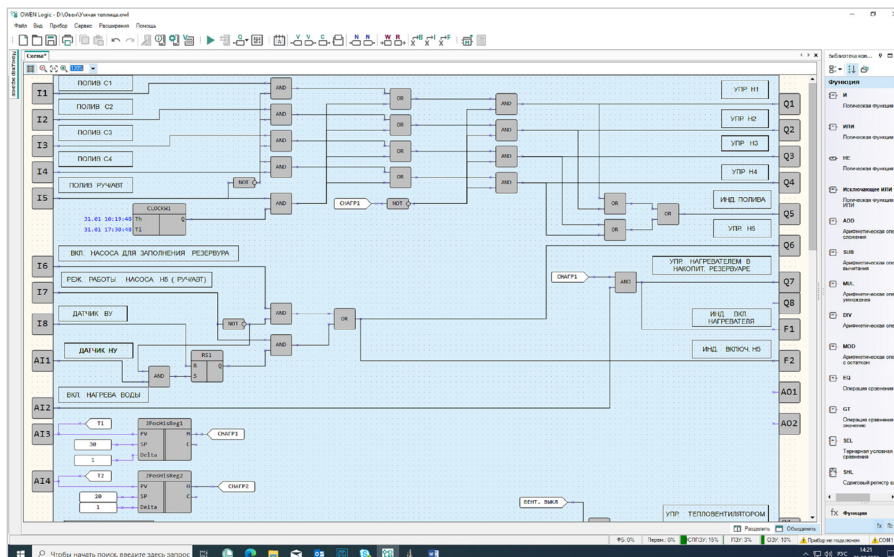


Рис. 5. Скриншот управляющей программы для системы полива в среде OWEN Logic

мы полива в среде OWEN Logic приведён на рис. 5.

В табл. 1 приведено функциональное назначение дискретных и аналоговых входов реле PR200 в системе полива.

В табл. 2 приведено функциональное назначение дискретных выходов реле PR200 в устройстве.

Система полива выполнена на базе следующих элементов: макроса 2PosHisReg1; интервальном тай-

мере с недельным циклом работы CLOCKW1; RS-триггер RS1; семи элементах 2ИЛИ, тринадцати элементах 2И и двух элементах НЕ. Алгоритм работы данной системы следующий. При установке тумблера SA8 в положение «РУЧ» осуществляется полив в ручном режиме секторов № 1–4. Для полива данных секторов необходимо тумблеры SA4–SA8 установить в положение «ВКЛ». При установке тумблера

Таблица 1. Функциональное назначение дискретных и аналоговых входов реле PR200 в системе полива

Дискретный вход в PR200	Обозначение в среде OWEN Logic	Подключение элементов управления на принципиальной схеме	Функциональное назначение в устройстве
DI1	I1	Подключение тумблера SA4	Управление поливом в секторе № 1
DI2	I2	Подключение тумблера SA5	Управление поливом в секторе № 2
DI3	I3	Подключение тумблера SA6	Управление поливом в секторе № 3
DI4	I4	Подключение тумблера SA7	Управление поливом в секторе № 4
DI5	I5	Подключение тумблера SA8	Выбор режима полива – «РУЧ»/«АВТ»
DI6	I6	Подключение тумблера SA1	Включения насоса Н5 для заполнения накопительного резервуара
DI7	I7	Подключение тумблера SA2	Выбор режима управления насосом Н5 – «РУЧ»/«АВТ»
DI8	I8	Подключение датчика уровня BA2 в накопительном баке	Контроль верхнего уровня воды в накопительном резервуаре
Аналоговый вход в PR200	Обозначение в среде OWEN Logic		
AI1 (работа в режиме дискр. входа)	A11	Подключение датчика уровня BA1 в накопительном баке	Контроль нижнего уровня воды в накопительном баке
AI2 (работа в режиме дискр. входа)	A12	Подключение тумблера SA3	Включение нагрева воды в накопительном резервуаре
AI3	A13	Подключение датчика температуры B1	Измерение и контроль температуры воды в накопительном резервуаре
AI4	A14	Подключение датчика температуры B2	Измерение и контроль температуры в теплице

Таблица 2. Функциональное назначение дискретных выходов реле PR200 в устройстве

Дискретный выход в PR200	Обозначение в среде OWEN Logic	Функциональное назначение выхода в устройстве	Примечание
DO1	Q1	Управление насосом № 1	Полив сектора № 1
DO2	Q2	Управление насосом № 2	Полив сектора № 2
DO3	Q3	Управление насосом № 3	Полив сектора № 3
DO4	Q4	Управление насосом № 4	Полив сектора № 4
DO5	Q5	Индикатор полива	Индикатор полива в секторах № 1–4
DO6	Q6	Управление насосом № 5	Заполнение накопительного резервуара
DO7	Q7	Управление нагревателем	Нагрев воды в накопительном резервуаре
Индикаторы в PR200			
F1	F1	Световой сигнал включения нагревателя	
F2	F2	Световой сигнал включения насоса № 5	

SA8 в положение АВТ осуществляется полив секторов №1–4 в автоматическом режиме. Ежедневный интервал полива задаётся в данном случае таймером с недельным циклом работы CLOCKW1. При установке тумблера SA2 в положение «РУЧ» осуществляется управление насоса Н5 для заполнения накопительного резервуара в ручном режиме. Для включения насоса Н5 в данном режиме необходимо установить тумблер SA1 в положение «ВКЛ». При установке тумблера SA2 в положение «АВТ» заполнение водой накопительного резервуара осуществляется автоматически. В данном случае включение насоса Н5 осуществляется при срабатывании датчика нижнего уровня в накопительном резервуаре, а выключение насоса Н5, соответственно, при срабатывании датчика верхнего уровня. Системы нагрева воды в накопительном резервуаре выполнены на базе макроса 2PosHisReg1. Макрос 2PosHisReg1 представляет собой двухпозиционный регулятор,

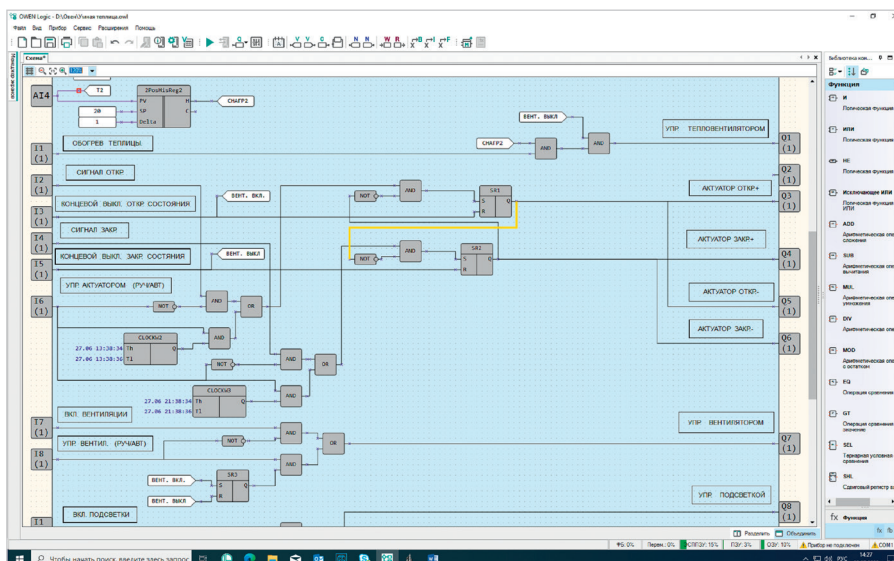


Рис. 6. Скриншот управляющей программы для системы обогрева и вентиляции в среде OWEN Logic

в котором только нужно задать уставку SP и гистерезис Delta. При установке тумблера SA3 в положение «ВКЛ» в накопительном резервуаре включается нагреватель. Вода в нём разогревается до значения уставки SP. Если темпера-

тура воды в накопительном резервуаре меньше значения уставки – полив заблокирован. Скриншот управляющей программы для системы обогрева и вентиляции в среде OWEN Logic приведён на рис. 6.

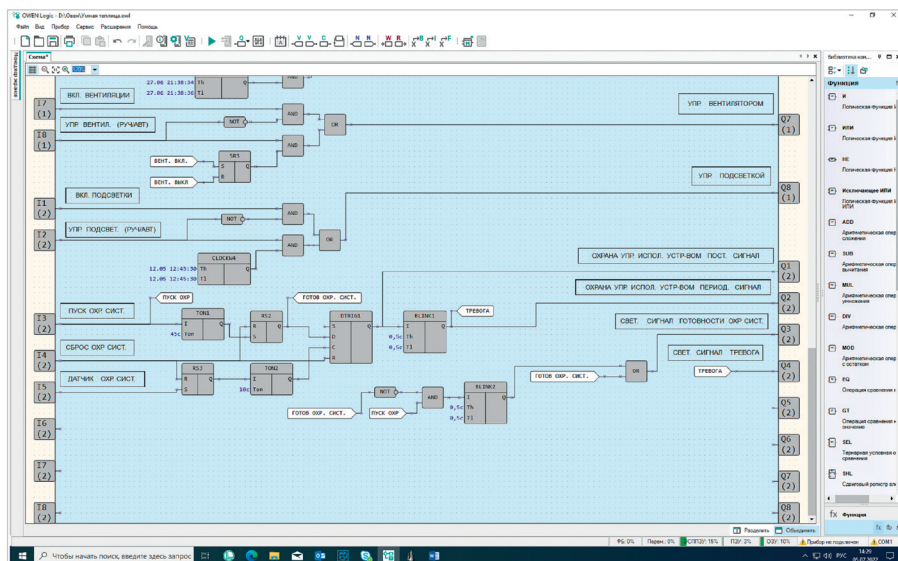


Рис. 7. Скриншот управляющей программы для системы подсветки и охраны в среде OWEN Logic

Скриншот управляющей программы для системы подсветки в среде OWEN Logic приведён на рис. 7.

В табл. 3 приведено функциональное назначение дискретных входов модулей расширения ПРМ-24.1 (А3 по рис. 4) и ПРМ-24.1 (А4 по рис. 4) в устройстве. В табл. 4 приведено функциональное назначение дискретных выходов вышеуказанных модулей расширения в устройстве.

Система обогрева и вентиляции состоит из трёх функциональных блоков: блока управления обогрева, блока открывания окон (фрамуг) и блока управления вентиляцией. Блок открывания окон предназначен для управления актуатором. Автор не будет приводить конструкцию механизма открывания окон с помощью актуато-

ра. Крайние состояния актуатора определяют переключатели кнопочные S3, S4. При втянутом штоке в корпус актуатора окно закрыто. Если шток выдвинут из корпуса – окно открыто.

Функциональный блок обогрева теплицы выполнен на базе макроса 2PosHisReg2, двух логических элементов 2И-НЕ. Макрос 2PosHisReg2, как и 2PosHisReg1, представляет собой двухпозиционный регулятор, в котором только нужно задать уставку SP и гистерезис Delta. Воздух в теплице тепловентилятором разогревается до значения уставки SP. Блок открывания окон (фрамуг) включает в себя следующие основные элементы: RS-триггеры SR1, SR2; интервальные таймеры с недельным циклом работы CLOCKW2 и CLOCKW3; шесть элементов 2И; два

элемента 2ИЛИ; четыре элемента НЕ. Блок управления вентиляцией включает в себя следующие основные элементы: RS-триггеры SR3, два элемента 2И, элемент 2ИЛИ, один элемент НЕ. Алгоритм работы система обогрева и вентиляции следующий. При установке тумблера SA9 в положение «ВКЛ» включается тепловентилятор, подключённый к выходу Q1(1). Тепловентилятор включится при закрытом окне в теплице, а также если текущая температура внутри теплицы меньше заданной уставки. При установке тумблера SA10 в положение «РУЧ» управление актуатором осуществляется с помощью кнопок S1, S2. При установке тумблера SA10 в положение «АВТ» управление актуатором осуществляется с помощью интервальных таймеров с недельным циклом работы CLOCKW2 и CLOCKW3. Данными таймерами в течение недели задаётся ежедневный временной интервал открытия окон.

При установке тумблера SA12 в положение «РУЧ» осуществляется управление вентилятора системы вентиляции в ручном режиме. В данном случае для включения вентилятора необходимо установить тумблер SA11 в положение «ВКЛ». При установке тумблера SA12 в положение «АВТ» осуществляется автоматическое включение системы вентиляции при открытом окне. При закрытом окне система вентиляции в данном режиме автоматически выключается.

Система управления подсветкой и охраны состоит из двух функциональных блоков: подсветки и, соответственно, охраны. Блок подсветки включает

Таблица 3. Функциональное назначение дискретных входов модулей расширения ПРМ-24.1

Дискретный вход в ПРМ-24.1 (А3 по рис. 4)	Дискретный вход в ПРМ-24.1 (А4 по рис. 4)	Обозначение в среде OWEN Logic	Подключение элементов управления на принципиальной схеме	Функциональное назначение в устройстве
DI1	–	I1(1)	Подключение тумблера SA9	Включение обогрева теплицы
DI2	–	I2(1)	Подключение кнопки S1 (без фиксации)	Кнопка для закрывания актуатора
DI3	–	I3(1)	Подключение концевого выключателя S3	Концевой выключатель открытого состояния актуатора
DI4	–	I4(1)	Подключение кнопки S2 (без фиксации)	Кнопка для открывания актуатора
DI5	–	I5(1)	Подключение концевого выключателя S4	Концевой выключатель закрытого состояния актуатора
DI6	–	I6(1)	Подключение тумблера SA10	Выбор управления актуатором (ручной/автоматический)
DI7	–	I7(1)	Подключение тумблера SA11	Включение системы вентиляции
DI8	–	I8(1)	Подключение тумблера SA11	Выбор управления системой вентиляции (ручной/автоматический)
–	DI1	I1(2)	Подключение тумблера SA14	Включение подсветки
–	DI2	I2(2)	Подключение тумблера SA15	Выбор управления подсветкой (ручной/автоматический)
–	DI3	I3(2)	Подключение тумблера SA13	Пуск системы охраны
–	DI4	I4(2)	Подключение тумблера SA13	Сброс системы охраны
–	DI5	I5(2)	Подключение охранного извещателя ВА3	Первичный датчик системы охраны

Таблица 4. Функциональное назначение дискретных выходов модулей расширения ПРМ-24.1 в устройстве

Дискретный выход в ПРМ-24.1 (А3 по рис. 4)	Дискретный выход в ПРМ-24.1 (А4 по рис. 4)	Обозначение в среде OWEN Logic	Функциональное назначение выхода в устройстве	Примечание
D01	–	Q1(1)	Управление тепловентилятором (тепловой пушкой)	Тепловентилятор системы обогрева теплицы
D02	–	Q2(1)	Не задействован	
D03	–	Q3(1)	Включение питающего напряжения для открывания актуатора («+»)	Одновременное включение Q3(1) и Q5(1)
D04	–	Q4(1)	Включение питающего напряжения для закрывания актуатора («–»)	Одновременное включение Q4(1) и Q6(1)
D05	–	Q5(1)	Включение питающего напряжения для открывания актуатора («–»)	Одновременное включение Q3(1) и Q5(1)
D06	–	Q6(1)	Включение питающего напряжения для закрывания актуатора («+»)	Одновременное включение Q4(1) и Q6(1)
D07	–	Q7(1)	Управление вентилятором	Вентилятор системы вентиляции теплицы
D08	–	Q8(1)	Управление подсветкой	
	D01	Q1(2)	В блоке охранной сигнализации включение исполнительного устройства в режиме «Охрана» при наличии сигнала «Тревога»	Постоянный сигнал
	D02	Q2(2)	В блоке охранной сигнализации включение исполнительного устройства в режиме «Охрана» при наличии сигнала «Тревога»	Периодический сигнал с периодом 1 с
	D03	Q3(2)	Световой сигнал режима работы блока охранной сигнализации	Индикатор Н1
	D04	Q4(2)	Световой сигнал «Тревога» блока охранной сигнализации	Индикатор Н2

в себя: интервальный таймер с недельным циклом работы CLOCKW4, два элемента 2И, элемент ИЛИ, элемент НЕ.

При установке тумблера SA15 в положение «РУЧ» осуществляется управление подсветкой в ручном режиме. В данном случае для её включения необходимо установить тумблер SA14 в положение «ВКЛ». При установке тумблера SA15 в положение «АВТ» осуществляется автоматическое включение подсветки. При этом интервал включения подсветки определяет таймер с недельным циклом работы CLOCKW4.

Блок охранной сигнализации включает в себя следующие основные элементы: RS-триггеры RS2, RS3; таймеры с задержкой включения TON1, TON2; D-триггер DTRIG1; генераторы импульсов BLINK1, BLINK2; элемент 2И; элемент НЕ, элемент ИЛИ. Рассмотрим работу блока охраны после установки тумблера SA13 в положение «Работа». При этом запускается процедура перехода в режим «Охрана». Начинается обратный отсчёт времени таймера с задержкой включения TON1 (время задержки – 45 с). При этом индикатор режима работы блока охраны Н1 периодически мигает. За это время нужно покинуть территорию тепличного хозяйства, закрыть

двери – «Сдать теплицу под охрану». У некоторых датчиков (извещателей) охраны после подачи питания имеется дежурный режим, его длительность определяется типом датчика. После дежурного режима датчики переходят в рабочий (активируются). То есть интервал задержки для TON1 заведомо должен быть больше этого значения и задаваться под каждый конкретный тип датчика охраны. Как только заданное значение времени таймера с задержкой включения TON1 примет нулевое значение, теплица ставится под охрану (режим «Охрана»). При этом индикатор Н1 горит постоянно. При включении охранного извещателя, подключённого к входу DI5 модуля расширения А4, на выходе регистра RS3 устанавливается лог.1. Начинается обратный отсчёт времени таймера с задержкой включения TON2 (время задержки – 10 с). Как только заданное значение времени таймера с задержкой включения TON2 примет нулевое значение – на выходе D-триггера DTRIG1 установится лог.1 (режим – «Тревога»). При этом индикатор Н2 начнёт мигать. Срабатывают исполнительные устройства, подключённые к выходам Q1(2), Q2(2), ревуны, блокировка дверей и пр. Для выхода из режимов «Охрана» или «Тревога»

необходимо установить тумблер SA13 в положение «Сброс».

На принципиальной схеме приведено подключение элементов управления и датчиков к входным цепям ПР200 А1, ПРМ-24.1 А3, ПРМ-24.1 А4. Тумблеры SA1-SA15 типа МТД1, кнопки S1, S2 (без фиксации) ПКн-105М-1. Извещатель охранный ВА2 типа ИО 102 Люкс. Датчики температуры В1, В2 типа ОВЕН ДТС125М-Рt100.0,5,60. И12. Исполнительные устройства подключаются к выходам ПР200 А1 и ПРМ-24.1 А3, А4 в соответствии с таблицами 2, 4 через соединители XS1–S12. Технологические шлейфы 1 и 2 (входят в комплект поставки) подключают соответственно ПР200 А1 к ПРМ-24.1 А3 и ПРМ-24.1 А3 к ПРМ-24.1 А4.

В устройстве параметры интервальных таймеров с недельным циклом работы CLOCKW, двухпозиционных регуляторов 2PosHisReg, таймеров с задержкой включения TON, генераторов импульсов BLINK – программируются. ПР200 с модулями расширения ПРМ позволяет быстро организовать достаточно гибкий, необходимый алгоритм работы «умной теплицы» и при необходимости оперативно его изменить с минимальными доработками в аппаратной части.

