

Умная автоматика для теплицы

Олег Вальпа

Приведено описание системы автоматического поддержания температуры и полива растений в теплице по расписанию, а также её охраны на основе конкретного проекта, разработанного автором статьи.



Дополнительные материалы к этой статье можно скачать, перейдя по ссылке в QR-коде

Введение

С давних времён человечество связано с земледелием и выращиванием

плодов. Люди не прерывают связь с садоводством, даже проживая в городе, и выращивают урожай в своих

теплицах. Но удалённость от теплиц и занятость не позволяют гражданам вовремя поддерживать темпе-



Рис. 1. Вид контроллера с фронтальной стороны

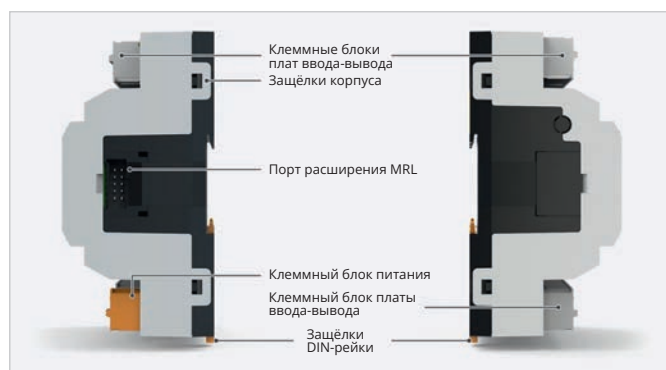


Рис. 2. Вид контроллера с боковых сторон



Рис. 3. Датчик температуры Pt1000



Рис. 4. Линейный электропривод



Рис. 5. Электропривод с водопроводным шаровым краном



Рис. 6. Пример плана размещения оборудования для теплицы

ратурный режим для растений и своевременный полив, без чего урожай заметно сокращается, а порой и вовсе гибнет. В этом случае на помощь человеку приходит автоматика.

К рассмотрению предлагается система автоматического поддержания температуры воздуха, полива растений по расписанию и охраны теплицы на основе программируемого логического контроллера (ПЛК) и доступных компонентов автоматики.

Проект автоматики

Идея проекта состоит в том, чтобы ПЛК автоматически считывал пока-

зания датчика температуры воздуха в теплице и осуществлял при необходимости его подогрев или охлаждение. Кроме того, используя встроенные энергонезависимые часы, ПЛК может производить полив растений по установленному расписанию. Дополнительно ПЛК контролирует несанкционированное открытие двери в теплицу и может формировать тревожный сигнал.

В проекте применён недорогой и надёжный ПЛК Pixel 2 компании Segnetics [1]. Данный контроллер является свободно программируемым и базируется на операционной системе Linux. Внешний вид контроллера с фронталь-



Рис. 7. Окно программного инструмента SMART

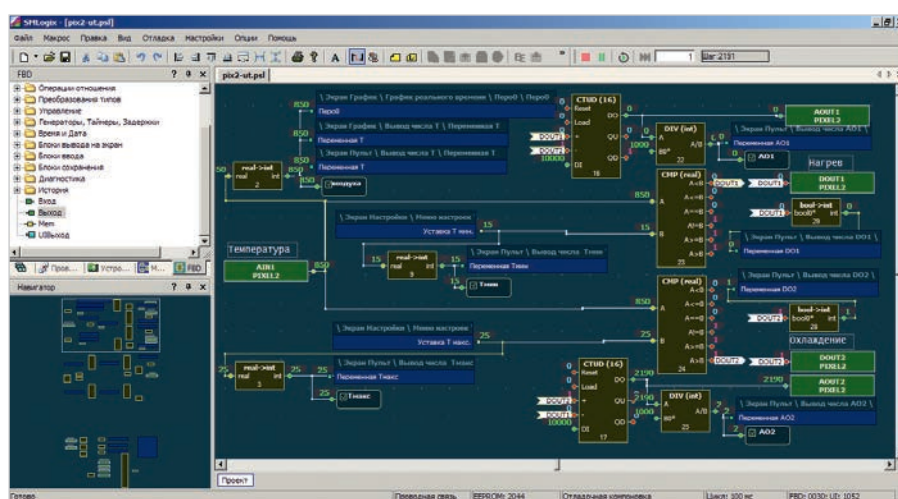


Рис. 8. Первый блок проекта

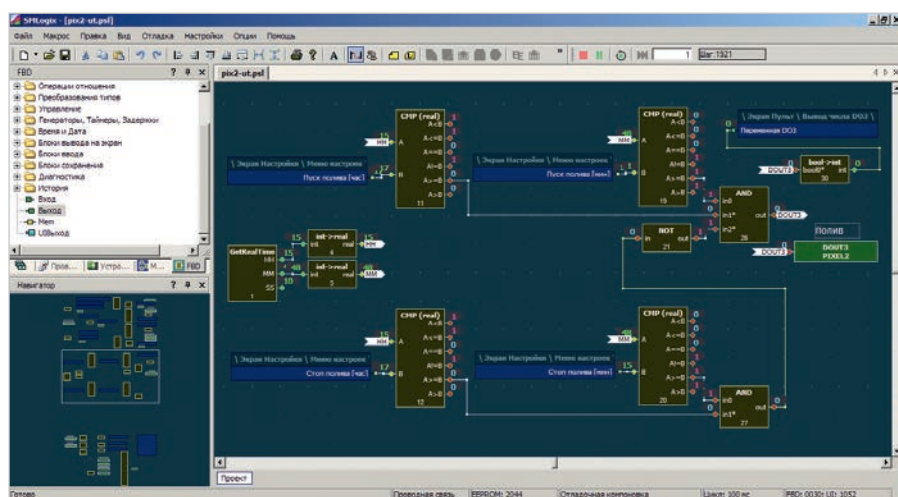


Рис. 9. Второй блок проекта

ной и боковых сторон представлен на рис. 1 и рис. 2 соответственно.

Существует модельный ряд таких контроллеров, отличающихся типом и количеством портов ввода-вывода. В данном проекте применена модель Pixel 2-1320-70-4, которая имеет в своём составе всё необходимое. Состав и

технические характеристики данной модели представлены в табл. 1.

В качестве датчика температуры воздуха можно использовать любой из списка поддерживаемых контроллером. В данном проекте был применён широко распространённый датчик Pt1000, показанный на рис. 3.

Нагрев воздуха может осуществляться инфракрасной лампой накаливания, тепловой электрической воздушной пушкой или электрическим феном, тепловым экраном и другими доступными средствами. Контроллер в проекте формирует релейный выходной сигнал для нагрева, позволяющий коммутировать мощную нагрузку. Кроме того, формируется выходной плавно изменяющийся аналоговый сигнал с амплитудой от 0 до 10 В, который может использоваться для управления регулируемыми нагревателями.

Охлаждение воздуха может осуществляться проветриванием через форточки, управляемые электрическим приводом и с помощью вентилятора. Для этих агрегатов контроллер также формирует релейный выходной сигнал и плавно изменяющийся аналоговый сигнал с амплитудой от 0 до 10 В. Это позволяет использовать электрические приводы и вентиляторы любого типа: с дискретным или с аналоговым управлением. Образец такого линейного привода для открытия форточек показан на рис. 4.

Этот электропривод питается безопасным низковольтным напряжением постоянного тока и может быть подключён к источнику питания самого ПЛК. Количество необходимых электроприводов определяется количеством форточек. При этом все электроприводы подключаются к одному релейному выходу контроллера параллельно.

Внутренние энергонезависимые часы контроллера позволяют управлять поливом растений по расписанию программного планировщика путём задания начала и окончания полива в любое время суток. Этот планировщик автоматически формирует релейный выходной сигнал для включения и отключения системы полива в установленное время. Системы полива могут быть самые разные, например, электрический клапан, открывающий проток воды, поступающей из ёмкости, или водяной насос, качающий воду из скважины, и т.п. Пример такого электропривода с водопроводным шаровым краном показан на рис. 5.

Для охраны теплицы от несанкционированного открытия в программе контроллера предусмотрен контроль состояния двери с помощью датчика геркона и возможность постановки теплицы на охрану с помощью потайного переключателя. В случае нарушения режима охраны контроллер фор-

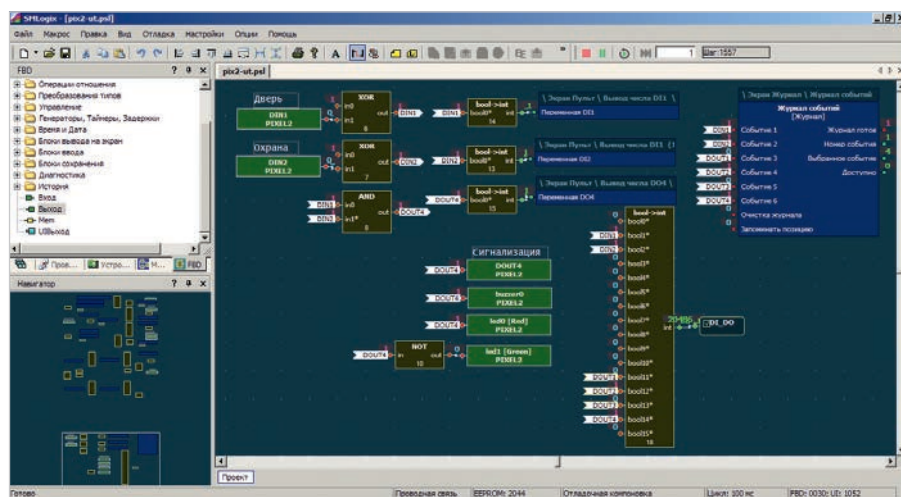


Рис. 10. Третий блок проекта

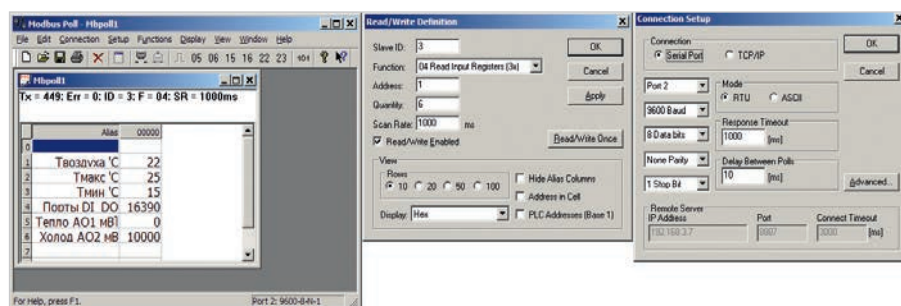


Рис. 12. Окно программы ModbusPoll

мирует звуковой и световой сигналы элементами самого контроллера и активирует выходной релейный сигнал для включения внешней сигнализации или отправки тревожного сообщения по мобильному каналу связи. Кроме того, с помощью этого релейного сигнала можно включить видеоканал для фото- и видеофиксации события.

Контроллер способен формировать все необходимые данные о работе системы и передавать их по запросам от удалённого компьютера через интерфейс RS-485 на расстояние до 1200 метров. Таким образом организуется диспетчеризация системы управления.

Пример плана размещения оборудования для теплицы приведён на рис. 6.

Программа ПЛК

Программа для ПЛК создана в бесплатной среде разработки SMLogix [2] на языке программирования FBD, которая использует библиотечные логические и математические блоки, соединяемые по правилам схемотехники. Знакомство с данной средой разработки приведено в источнике [3].

Интерфейс оператора разработан с помощью встроенного в среду разработки программного инструмента SMarT и представлен на рис. 7.

Интерфейс состоит из нескольких элементов меню с пиктограммами и названиями, поясняющими назначение этих элементов.

В меню «Справка» приводится краткое описание функций системы. Меню «Пульт» отображает значение текущей температуры в теплице и пограничные величины. Также в нём отображаются состояния входов и выходов контроллера. Меню «Время» позволяет настроить часы и календарь. С помощью меню «Настройки» пользователь задаёт необходимые температурные уставки и время работы планировщика. В меню «Журнал» отображаются события системы управления. Меню «График» позволяет видеть график поддержания заданной температуры в теплице в динамическом режиме.

При разработке программы были использованы только библиотечные элементы среды разработки: логические вентили, преобразователи сигналов, счётчики, делители, регистры и порты ввода-вывода.

Весь проект состоит из трёх функциональных блоков. Первый блок в отладочном режиме среды разработки SMLogix представлен на рис. 8.

Этот блок сравнивает значение датчика температуры воздуха с погранич-

Имя	Тип	Велич.	Адрес	Комментарий
Температура	int	16	0001	Значение 12 бит (00001-00007)
Температура	int	16	0002	
Температура	int	16	0003	
DO16	int	16	0004	
AO1	int	16	0005	
AO2	int	16	0006	

Рис. 11. Карта памяти регистров

ными значениями с помощью цифровых компараторов CMP и формирует дискретные и аналоговые сигналы для управления нагревом и охлаждением. Дискретные сигналы формируются непосредственно компараторами CMP, а аналоговые сигналы образуются выходами реверсивных счётчиков CTUD. Управление этими счётчиками производится с помощью дискретных сигналов компараторов. Выходные сигналы счётчиков внутри контроллера имеют диапазон изменения от 0 до 10 000, что соответствует выходному значению аналогового сигнала от 0 до 10 В. Для отображения этих значений в меню «Пульт» в вольтах значения счётчиков с помощью делителей уменьшаются в 1000 раз.

Второй блок проекта, выполняющий функцию планировщика полива, представлен на рис. 9.

Данный блок производит регулярное сравнение текущего реального времени контроллера с заданными значениями времени начала и окончания полива. Сравнение производится с помощью цифровых компараторов CMP. Далее с помощью цифровой логики формируется дискретный выходной сигнал для включения и отключения устройства полива.

Третий, последний блок проекта, выполняющий функцию охранной системы и архивирования событий управления, представлен на рис. 10.

Этот блок осуществляет блокировку и активацию контроля открытия двери теплицы и формирование сигнала для охранной сигнализации. Кроме того, в этом блоке содержится библиотечный элемент журнала событий и регистр сбора всех дискретных сигналов контроллера для передачи в систему диспетчеризации. Для работы блока используются сигналы состояния скрытого переключателя блокировки и датчика-геркона открытия двери. Здесь же задействованы элементы внутренней сигнализации контроллера в виде светодиодных индикаторов и зуммера.

Таблица 1. Состав и технические характеристики ПЛК Pixel 2-1320-70-4

Дисплей	LCD TFT 320×240, 16 млн цветов
Клавиатура	6 силиконовых кнопок с подсветкой
Часы реального времени	Сменная батарея CR1632 (время работы без питания не менее 3 лет)
Дискретные входы	
Количество и тип	8 дискретных входов
Гальваническая изоляция	Групповая, по 8 входов в группе
Дискретные выходы	
Количество и тип	6 дискретных выходов (реле) 400 В (AC), 30 В (DC), 5 А 2 дискретных выходов (симистор) 230 В (AC), 1 А 2 дискретных выхода (оптореле) 24 В (AC/DC), 200 мА
Гальваническая изоляция	Индивидуальная или групповая, по 2 выхода в группе
Тип защиты	Для опторелейных выходов – ограничительный супрессор и самовосстанавливающийся предохранитель. Для симисторных выходов – снабберная цепь и ограничительный супрессор. Для релейных выходов – отсутствует
Аналоговые входы	
Количество и тип	6 аналоговых входов
Режим работы	Задаётся индивидуально для каждого входа: - измерение величины сопротивления с автоматическим пересчётом в значение температуры для температурных датчиков: 2-проводная или 3-проводная схемы подключения; - вход сигнала 0...10 В; - вход сигнала 4...20 мА
Поддержка температурных датчиков	Задаётся индивидуально для каждого входа: - типы датчиков: Pt; Cu; Ni; ТСР; ТСМ; NTC; - термосопротивления с пользовательской настройкой
Аналоговые выходы	
Количество и тип	2 аналоговых выхода
Интерфейсы	
COM1	Интерфейс RS-485, 4800...115 200 бит/с; гальваническая изоляция 0,5 кВ; отключаемый «терминатор» 120 Ом; протокол Modbus-RTU; разъём – клеммная колодка
COM2	Интерфейс RS-485, 4800...115 200 бит/с; без гальванической изоляции; отключаемый «терминатор» 120 Ом; протокол Modbus-RTU; разъём – клеммная колодка
Порт расширения MRL	Порт для подключения модулей расширения MRL (максимум 2 шт.)
Слот сетевых модулей	Поддержка сетевых модулей NA с дополнительными интерфейсами (только модификации NA-4XX)
USB-Device	Стандарт USB 2.0, разъём MicroUSB тип B
Вычислительное ядро	
Процессор	64-битный
Память	ОЗУ: 256 Мбайт типа DDR3L ПЗУ: 2 Гбайт типа SLC NAND Flash
Операционная система	Linux Debian + автоматический режим Suspend
Электропитание	
Номинальное напряжение питания	24 В постоянного или переменного тока
Рабочий диапазон напряжений питания	От 16 до 51 В постоянного тока От 18 до 36 В переменного тока
Тип встроенного выпрямителя напряжения	Однополупериодный
Тип защиты	Плавкий предохранитель 2А (переплавляемый)
Размеры	
Ш×В×Г, мм	140×110×55
Вес, г	610
Крепление	На DIN-рейку TS-35/7.5/15 (EN 50022)

Сбросить аварийное состояние контроллера можно после проверки и устранения причины возникновения аварии с помощью кнопки «Esc» контроллера.

Дистанционный сбор данных контроллера можно производить через встроенные порты COM1 и COM2 с интерфейсом RS-485 или через установленный в ПЛК сетевой модуль интерфейса Ethernet.

Карта памяти регистров проекта формируется на основании применённых в нём элементов ввода и вывода данных регистров автоматически при нажатии клавиш Ctrl+M и приведена на рис. 11.

Порты контроллера COM1, COM2 и Ethernet настраиваются с помощью встроенного системного меню контроллера, вход в которое производит-

ся одновременным нажатием кнопок «Влево» и «Вправо». Для повышения устойчивости связи рекомендуется задать скорость передачи данных по интерфейсу RS-485, равной 9600. В этом же меню настроек задаётся адрес ПЛК и формат данных.

С помощью распространённой программы Modbus Pull или аналогичной программы можно в любое время читать показания температуры в теплице и состояние системы управления непосредственно с помощью персонального компьютера, подключённого к ПЛК по сети Ethernet или через преобразователь USB/RS-485. Окно программы Modbus Pull с параметрами настройки приведено на рис. 12.

Для удалённого доступа к ПЛК через Интернет с помощью компьютера или смартфона можно использовать программу удалённого управления, например, Anydesk или подобную ей. Данная программа обеспечит связь между двумя удалёнными компьютерными устройствами и позволит наблюдать за системой управления теплицы дистанционно.

Заключение

Готовый файл проекта размещён на сайте журнала [4] и может быть использован для дальнейшего развития.

В данном проекте реализован один планировщик для полива. При необходимости в проект легко добавить аналогичные планировщики, например, для дополнительного освещения растений с целью увеличения светового периода. Подключение дополнительных планировщиков осуществляется простым копированием второго блока проекта и подключения к нему свободного порта вывода DOUT. Применение библиотечного элемента «Исторический график» позволит получать архив значений температуры за несколько суток.

Аналогично в проект можно добавить и другие необходимые функции, автоматизирующие рутинные операции, например, наполнение ёмкости для воды из скважины по расписанию.

Литература

1. URL: <https://segnetics.com/ru/pixel2>.
2. URL: <https://www.segnetics.com/ru/smllogix>.
3. Вальна О. Программирование логических контроллеров // СТА. 2025. № 1. С. 18.
4. URL: <https://www.cta.ru>.

