

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
INFORMATION TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATIONS

УДК 519.711.3



DOI: 10.21822/2073-6185-2023-50-3-150-155

Оригинальная статья /Original article

Автоматизированные системы управления в тепличных хозяйствах

Л.П. Скрипко, А.А. Скрипко

Астраханский государственный технический университет,
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1, Россия

Резюме. Цель. Целью исследования является разработка инновационной автоматизированной программы, связанной с новым режимом полива, основанном на системе замкнутого водоснабжения. **Метод.** Используются методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производством. **Результат.** Представлена автоматизированная система управления в тепличном хозяйстве на базе контроллеров Arduino и программное обеспечение «ONI PLR Studio» для ее эксплуатации. Научная новизна работы состоит в создании соответствующих режимов системы климат-контроля. Программа «ONI PLR Studio» написана на языке FBD и решает важные задачи контроля за выращиванием сельскохозяйственной продукции, выведения новых сортов растений, в управлении технологическим процессом с помощью определенных сигналов. Пользовательский вход ограничивается корректировкой программного обеспечения и непосредственной установкой параметров контроллера. Корректировка может проводиться удаленно через компьютер, подключенный к контроллеру. Автоматический режим работы обеспечивают датчики и контроллер с электронными схемами управления, координирующие работу исполнительных механизмов в требуемом режиме. **Вывод.** Автоматизированная система управления позволяет контролировать температуру воздуха и почвы, влажность почвы и воздуха, питание почвы, обеззараживание, давление воздуха, освещение, наличие углекислого газа в теплице, климат-контроль.

Ключевые слова: система контроля, климат-контроль, автоматизированная система, тепличное хозяйство, программное обеспечение.

Для цитирования: Л.П. Скрипко, А.А. Скрипко. Автоматизированные системы управления в тепличных хозяйствах. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2023; 50(3):150-155. DOI:10.21822/2073-6185-2023-50-3-150-155

Automated Control Systems in Greenhouses

L.P. Skripko, A.A. Skripko

Astrakhan State Technical University,
16/1 building Tatishcheva St., Astrakhan 414056, Russia

Abstract. Objective. The purpose of the research is to develop an innovative automated program associated with a completely new irrigation regime based on a closed water supply system. **Method.** Methods of modeling, formalized description, optimal design and control of technological processes and production were used. **Result.** An automated control system in greenhouse farming based on Arduino controllers and ONI PLR Studio software for its operation are presented. The scientific novelty of the work lies in the creation of appropriate modes of the climate control system in greenhouses. The ONI PLR Studio program is written in FBD language. It solves important problems of controlling the cultivation of agricultural products, breeding new plant varieties, and controlling the technological process using certain signals. User input is limited to software adjustments and direct setting of controller parameters. The adjustment can be carried out remotely through a computer connected to the controller. The automatic operating mode is provided by sensors and a controller with electronic control circuits, which ensure that the actuators operate in the required mode. **Conclusion.** An automated control system (ACS) allows you to control air and soil temperature, soil and air humidity, soil nutrition, disinfection,

air pressure, lighting, the presence of carbon dioxide in the greenhouse, and climate control.

Keywords: control system, climate control, automated system, greenhouse, software.

For citation: L.P. Skripko, A.A. Skripko. Automated Control Systems in Greenhouses. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Science. 2023; 50(3):150-155. DOI:10.21822/2073-6185-2023-50-3-150-155

Введение. Одна из главных задач развития Российской Федерации состоит в наполнении внутреннего рынка отечественной сельскохозяйственной продукцией, в отказе от импортирования сельскохозяйственных товаров и, тем самым, в сокращении затрат на транспортировку, повышении урожайности. Астраханский край занимает большую площадь - около 44000 км². Однако, климат пустыни и полупустыни не благоприятно сказывается на беспрепятственном выращивании сельскохозяйственных продуктов. Сохранить урожайность – это значит создать растениям благоприятные условия для роста, оградить их от палящего солнца и ветров. И это станет возможным с применением тепличных хозяйств. Теплица имеет ряд преимуществ над выращиванием овощей в открытых грунтах. Главное это автоматизированный контроль и управление над процессом созревания.

Анализ научной литературы позволил сделать вывод о том, что умные теплицы оснащены современным оборудованием, с помощью которого происходит контроль над всеми параметрами, необходимыми для безболезненного роста растений и их раннего созревания. На рис.1 приведен пример такой теплицы.

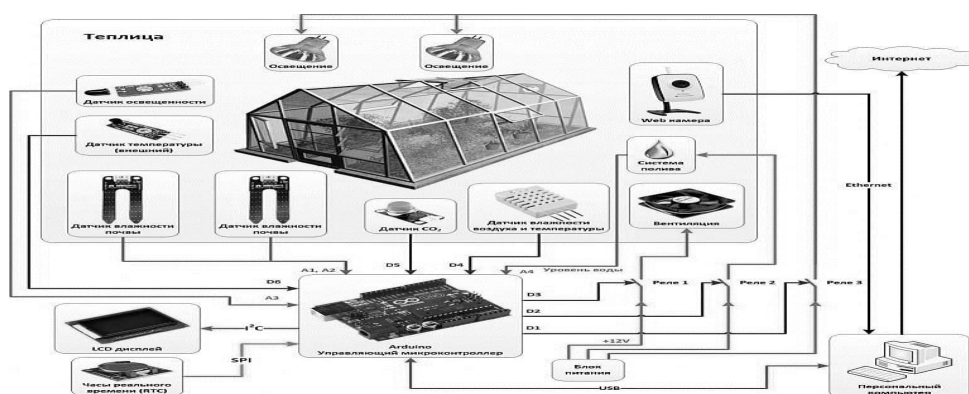


Рис. 1. Пример работы автоматизированной системы в теплице

Fig. 1. An example of an automated system in a greenhouse

В теплице, приведенной на рис.1, есть контроль освещения, который производится с помощью датчиков освещенности. Если света недостаточно, срабатывает датчик и происходит включение искусственного освещения. Датчики освещенности (освещения) построены на базе фоторезисторов. Фоторезистор позволяет контролировать уровень освещенности и реагировать на его изменение. Основной характеристикой обычного резистора является величина его сопротивления. От него зависят напряжение и ток, с помощью резистора мы выставляем нужные режимы работы [1].

Датчик внешней температуры воздуха отвечает за включение обогрева внутри теплицы, например, при резком перепаде температуры в ночное время ранней весной. Идеальная температура в теплице считается в пределах от 25 до 30°C тепла и подходит для выращивания почти всех видов растений. Датчик влажности почвы осуществляет контроль и управление поливом и защищает растения от пересыхания почвы или чрезмерного полива. Датчики CO₂ осуществляют контроль за содержанием углекислого газа в теплице, необходимость которого состоит в улучшении созревания культур, образования цветков, закладки плодов. Система вентиляции включает в себя датчик влажности воздуха и температуры. Датчики освещения и вентиляции служат для стимуляции корневой системы и формирования крепкого стержня растений. Основным элементом автоматической системы проветривания является небольшой гидроцилиндр, который открывает фрамуги, полость которого наполнена специальной жидкостью. При повышении температуры

жидкость расширяется и выдвигает поршень, который и открывает фрамугу. При снижении температуры жидкость сжимается, и под действием пружины поршень возвращается, закрывая окно. [2] Управление «умной» теплицей производится с помощью контроллера. Он включает в себя CCD дисплей, часы реального времени, блок питания, персональный компьютер и систему Ethernet. К недостаткам в обслуживании таких теплиц относятся большие энергозатраты и водозатраты.

Постановка задачи. Цель работы – разработать инновационную программу, связанную с абсолютно новым режимом полива, основанным на системе замкнутого водоснабжения. С помощью такой программы можно создать условия наиболее экономичные, как в плане энергоресурсов, так и водных запасов, расположенных вдали от водозаборов. Решить экологические проблемы загрязнения воды в реках и водоемах. [3]

Методы исследования. Пакет программ для автоматизированной системы замкнутого водоснабжения в тепличном хозяйстве. На рис.2 представлена структурная схема системы полива.



Рис.2. Структурная схема системы полива
Fig.2. Structural diagram of the irrigation system.

Вода в накопительной емкости поступает через кран (1) и попадает в накопитель (2), который оснащен теплообменом (3). Из накопителя вода попадает в узел смешивания растворов удобрений с водой (4) и через фильтр путем капельного полива (5) оснащает почву (6) водой и нитратами, необходимые для роста и созревания сельскохозяйственных культур. Замкнутое водоснабжение оснащено емкостью для сбора дренажа (7). Пройдя дезинфекцию в емкости (8) и фильтрацию путем осмоса (9), вода снова попадает в накопитель (2) [4]. На рис.3 представлена структурная схема автоматического контроля и управления за системой полива.



Рис.3. Структурная схема автоматического контроля и управления системы полива
Fig.3. Block diagram of automatic control and management of the irrigation system

За контроль уровня воды в накопителе отвечает датчик №1. Если уровня воды ниже нормы, то открывается кран и вода с внешней стороны поступает в накопитель. Далее она многократно циркулирует в теплице. Контроль за температурой воды осуществляется с помощью датчика №2. Необходимость полива показывает датчик влажности почвы №3, за подачу воды отвечает датчик №4. Необходимое количество и частота внесения в почву подкормки под контролем благодаря датчику №4. В данную систему входит датчик слива воды №6 и датчик очистки воды №7. [5] Система управления основана на программном обеспечении ONI PLR Studio и обладает всем необходимым функционалом. Контроль и управление осуществляется на базе микроконтроллера и программного обеспечения. Для работы необходим персональный компьютер, стабильное соединение системы Ethernet, дисплей, блок питания. ONI PLR Studio представляет простой веб-интерфейс с офлайн-стимулятором, предназначенный для программируемых реле. Логические реле запрограммированы для базовых систем автоматизированного управления. Благодаря программе можно получать информацию о датчиках, редактировать параметры при помощи дистанционного управления. Проект строится в режиме конструктора. Составляющие

программы следующие: счетчики, генераторы импульсов, мультиплексоры, регистры записи данных и компараторы. Уникальность программы – это работа сразу с несколькими датчиками в разных вкладках, создание релейно-контактных схем, объединение их в блоки, режимом отладки ошибок и работой с любой операционной системой Windows. [6]

Алгоритм программы обеспечивает автоматизированный контроль и управление параметрами системы. На рис.4 представлена блок-схемы алгоритма работы датчики температуры воздуха и температуры почвы.

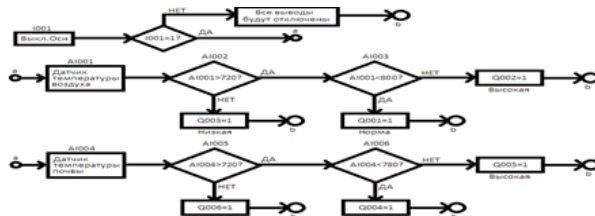


Рис.4. Блок-схемы алгоритма работы датчиков температуры воздуха и температуры почвы

Fig.4. Flowcharts of the operation algorithm of air temperature and soil temperature sensors

На рис.5 представлены блок-схемы алгоритма работы датчиков температуры воздуха, скорости ветра и влажности почвы.



Рис.5. Блок-схемы алгоритма работы датчиков температуры воздуха, скорости ветра и влажности почвы

Fig.5. Flowcharts of the operation algorithm of air temperature, wind speed and soil moisture sensors

На рис.6. представлены блок-схемы алгоритма работы датчиков освещенности, питания воздуха, давления воды и обеззараживателя.

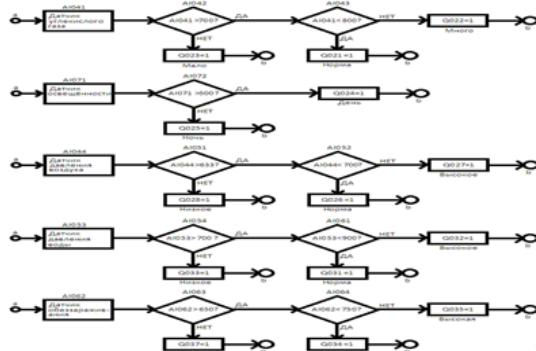


Рис.6. Блок-схемы алгоритма работы датчиков освещенности, питания воздуха, давления воды и обеззараживателя

Fig.6. Flowcharts of the operation algorithm of light sensors, air supply, water pressure and disinfectant

На рис.7. представлены блок-схемы работы датчиков питания и влажности воздуха.



Рис.7. Блок-схемы работы датчиков питания и влажности воздуха

Fig.7. Block diagrams of the operation of power and air humidity sensors

На рис. 8 представлена блок-схема алгоритма работы уровнемера.

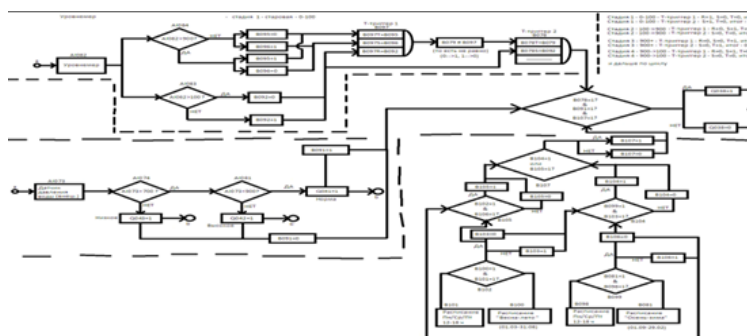


Рис.8. Блок-схема алгоритма работы уровнемера

Fig.8. Block diagram of the level gauge operation algorithm.

Обсуждение результатов. Представленный проект выполнен на пробной версии программной среды ONI PLR Studio. На рис. 9 представлено написание программы в программной среде ONI PLR Studio.

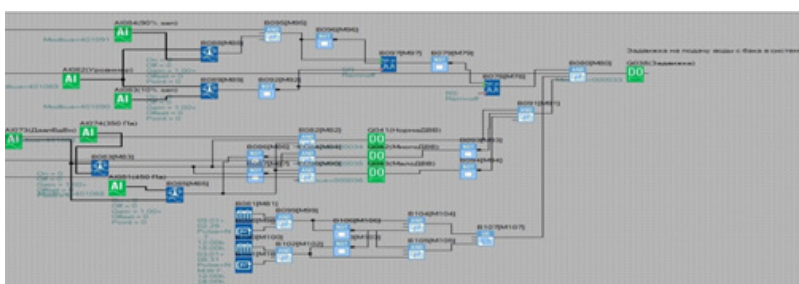


Рис.9. Написание программы в программной среде ONI PLR Studio

Fig.9. Writing a program in the ONI PLR Studio software environment

Для наглядности данного проекта создан макет теплицы с автоматизированной системой управления, включающую замкнутое водоснабжение (рис.10).



Рис. 10. Макет теплицы с автоматизированной системой управления

Fig.10. Model of a greenhouse with an automated control system

Написан пакет программ для адаптации теплицы в Астраханском крае. Ведется работа над анализом рынка сбыта и существующих «умных» теплиц. [7]

В первую очередь рассматриваются предприятия в Астраханской области, такие как «Кедр» и другие. В плане стоит проанализировать заинтересованные в автоматизированной системе тепличные хозяйства Российской Федерации и ближнее зарубежье.

Вывод. Научная новизна заключается в создании новой автоматизированной системы климат-контроля в тепличных хозяйствах. Созданная нами автоматизированная система, включающая систему замкнутого водоснабжения, поможет повысить урожайность, сократить время обработки и увеличить прибыль, за счет контроля параметров, таких как температура, влажность, освещенность, давление, полив, наличие углекислого газа и нитратов необходимых для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Предлагаемый проект имеет ряд достоинств. Он экономичен, как в энергетическом плане, так и в водных ресурсах. Автоматизированная система с замкнутым водоснабжением предназначена для самостоятельного обслуживания агропромышленных культур, поддержания идеальных температур и влажности в течении всего года.

Наличие автоматики для проветривания, освещения, полива, подкормки благоприятно

сказывается на высокой урожайности. Пользовательский вход ограничивается корректировкой программного обеспечения и непосредственной установкой параметров контроллера. Корректировка может проводиться удаленно через компьютер. Автоматизированная система замкнутого водоснабжения в теплицах решает экологическую проблему, связанную с загрязнением водоемов.

В данной работе представлена структурная схема, алгоритм работы и пакет программ. Предлагаемая модель может быть использована в тепличных хозяйствах, которые в ней нуждаются. На рынке существуют такие системы. Разработанная нами автоматизированная система экономична за счет системы замкнутого водоснабжения.

Библиографический список:

1. Волошенко А.В., Д.Б. Горбунов. Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109с.
2. Автоматическая теплица [электронный ресурс] URL: <http://umnayateplica.ru/>
3. Скрипко Л. П., Скрипко А.А. Автоматизация системы замкнутого водоснабжения для объектов аквакультуры//Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2021. № 3. С. 49-55. DOI: 10.24143/2072-9502-2021-3-49-55.
4. Системы автоматизации теплиц [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://automatization.pro/model-projects/sistemy-avtomatizacii-teplic>
5. Скрипко Л.П., Скрипко А.А. Автоматизированные системы и их применение в производственных процессах. 65-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, Астрахань, 26–30 апреля 2021 года: материалы / Астраханский государственный технический университет. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2021. 1 CD-ROM. – Систем. требования: Microsoft Windows XP и выше. – Загл. с титул. экрана. Текст. Изображение: электронные. С. 692-694
6. Программируемые логические реле ONI PLR-S Системное руководство [электронный ресурс] URL: <https://oni-system.com/upload/oni-system/produksiya/2017-02-03-plr-s-sistemnoe-rukovodstvo.pdf>
7. Программируемые логические реле ONI PLR-S. Альбом примеров программ [эл.рес.] URL: <https://oni-system.com/upload/oni-system/produksiya/2017-02-16-a1-plr-s-albom-primerov-programm.pdf>

References

1. Voloshenko A.V., D.B. Gorbunov. Designing functional circuits of automatic control and regulation systems: textbook. Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2008; 109. (In Russ)
2. Automatic greenhouse [elec. Res.] URL: <http://umnayateplica.ru> (In Russ)
3. Skripko L. P., Skripko A. A. Automation of closed water supply system for aquatic organisms. Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics. 2021;3:49-55. DOI: 10.24143/2072-9502-2021-3-49-55. (In Russ)
4. Greenhouse automation systems [El. Res.]. – Access mode: <http://automatization.pro/model-projects/sistemy-avtomatizacii-teplic> (In Russ)
5. Skripko L.P., Skripko A.A. Automated systems and their application in production processes. 65th International Scientific Conference of Astrakhan State Technical University, Astrakhan, April 26-30, 2021: materials / Astrakhan State Technical University. – Astrakhan: Publishing House of AGTU, – 1 CD-ROM. – Systems. Requirements: Microsoft Windows XP and higher. – Title. with title. the screen. – Text. Image: electronic. 2021; 692-694 (In Russ)
6. Programmable logic relays ONI PLR-S System manual [elec. Res.] URL: <https://oni-system.com/upload/oni-system/produksiya/2017-02-03-plr-s-sistemnoe-rukovodstvo.pdf> (In Russ)
7. Programmable logic relays ONI PLR-S. Album of sample programs [elec. Res.] URL: <https://oni-system.com/upload/oni-system/produksiya/2017-02-16-a1-plr-s-albom-primerov-programm.pdf> (In Russ)

Сведения об авторах:

Людмила Петровна Скрипко кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Общеинженерные дисциплины и наземный транспорт»; skripkoanastasia@mail.ru

Анастасия Андреевна Скрипко магистрант; skripkoanastasia@mail.ru

Information about authors:

Lyudmila P. Skripko, Cand. Sci. (Pedagogical), Assoc. Prof., Department of General Engineering Disciplines and Ground Transport; skripkoanastasia@mail.ru

Anastasia A. Skripko, Master's Student; skripkoanastasia@mail.ru

Конфликт интересов/Conflict of interest.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов/The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/ Received 07.07.2023.

Одобрена после рецензирования/ Reviced 21.08.2023.

Принята в печать/ Accepted for publication 21.08.2023.