

УДК 338.4:343.8

DOI 10.33463/2687-1238.2020.28(1-4).3.445-451

РОМАН ВИКТОРОВИЧ ФОКИН,

кандидат технических наук, доцент,
начальник кафедры тылового обеспечения уголовно-исполнительной системы,
Академия ФСИН России, г. Рязань, Российская Федерация,
e-mail: fokinrv@bk.ru;

АЛЕКСАНДР ЮРЬЕВИЧ КИРЬЯНОВ,

кандидат технических наук, доцент,
заместитель начальника кафедры
тылового обеспечения уголовно-исполнительной системы,
Академия ФСИН России, г. Рязань, Российская Федерация,
e-mail: customs.rzn.kay@yandex.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УЧРЕЖДЕНИЙ УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Для цитирования

Фокин, Р. В. Автоматизация технологических процессов как фактор повышения продовольственной безопасности учреждений уголовно-исполнительной системы / Р. В. Фокин, А. Ю. Кирьянов // Человек: преступление и наказание. – 2020. – Т. 28(1–4), № 3. – С. 445–451. – DOI : 10.33463/2687-1238.2020.28(1-4).3.445-451.

Аннотация. Глобальное развитие информационных технологий все более широко интегрируется во все сферы жизнедеятельности человека. Не является исключением и агротехнологическая отрасль, в которой одним из перспективных направлений является развитие тепличного хозяйства с контролируемым микроклиматом. В статье освещаются последние достижения в области тепличных технологий с автоматизацией процесса управления микроклиматом на примере подсобных хозяйств пенитенциарной системы Российской Федерации. Рассматриваются некоторые аспекты управления микроклиматом теплицы с применением программируемых логических микроконтроллеров. Приводятся два варианта использования различных уровней автоматизации в тепличных хозяйствах уголовно-исполнительной системы России в зависимости от объемов производства, описываются алгоритмы работы системы управления микроклиматом теплиц.

Ключевые слова: пенитенциарная система, автоматизация сельского хозяйства, тепличные хозяйства, программируемые логические контроллеры.

© Фокин Р. В., Кирьянов А. Ю., 2020



Статья лицензируется в соответствии с лицензией [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Успешное ведение сельского хозяйства, связанное с получением максимальных уровней урожая сельскохозяйственных культур, неразрывно зависит от полной информационной обеспеченности всех происходящих процессов, что, в свою очередь, находится в прямой зависимости от уровня внедрения и использования современных информационных технологий.

Одним из направлений развития сельскохозяйственной отрасли в учреждениях уголовно-исполнительной системы (УИС) является выращивание овощей в закрытом грунте. Использование теплиц в учреждениях УИС позволяет свести к минимуму влияние сезонности при выращивании овощей. Как известно, зимой цены на свежую зелень и овощи значительно поднимаются, а это является выгодным фактором для реализации внебюджетной составляющей производственной деятельности учреждений УИС. Как правило, сами сооружения теплиц в учреждениях имеются в значительном количестве или же их возведение не требует больших финансовых вложений. Основные затраты приходятся на оплату счетов за электричество, так как теплицы должны быть хорошо освещены практически целый день, что особенно важно в зимний период. Немаловажным аспектом также является выполнение программы продовольственной безопасности учреждений УИС. Так, при должном уровне интенсификации выращивания овощей в закрытом грунте учреждения получают недорогую и при этом качественную и безопасную продукцию в течение круглого года с гарантированным рынком сбыта, в первую очередь ориентированным на собственное потребление [1, 2].

Невысокая рентабельность использования теплиц в учреждениях УИС часто связана с низкой технической оснащенностью последних и нехваткой квалифицированного персонала, имеющего достаточные знания в области агроинженерии [3]. Одним из способов решения данной проблемы может стать внедрение в управление процессом выращивания овощей и зелени в теплицах новейших технологий, датчиков, роботизированных систем и других устройств с целью повышения урожайности, а следовательно, и рентабельности их использования в подсобных хозяйствах учреждений уголовно-исполнительной системы [4, 5].

Проведя анализ информационных технологий в области применения умного сельского хозяйства, можно отметить следующие подходы.

В настоящее время агрономами накоплен большой объем эмпирических знаний о геологии, микроклимате, которые можно обрабатывать посредством технологии IoT. Рассматриваемая технология обеспечивает сбор на местах определенных данных, например о температуре почвы, уровне влажности и pH, количестве солнечного света на различных участках. Если добавить к ним данные о погоде, то подобное сочетание фактической информации и накопленных знаний обеспечит контекст данных, специфичный для конкретного региона.

Накопленные контекстные данные в будущем позволят моделировать работу конкретного хозяйства и помогут в составлении прогнозов урожаев. Как и в случае с прогнозом погоды, будет возможность анализа рисков для определения оптимального времени для посадки или сбора урожая, что в конечном итоге приведет к получению максимальных урожаев и снижению эксплуатационных расходов. Прогрессивные идеи внедряются в аппаратных технологиях, например применение тракторов с GPS-навигаторами, которые эффективно сеют семена на глубину, заданную с учетом прогноза освещенности и увлажненности. Однако это требует больших финансовых затрат. Подсобным хозяйствам необходимо изыскивать средства на использование передовых технологий, чтобы получать максимальную отдачу от инвестиций, снижать капитальные затраты,

минимизировать эксплуатационные расходы, обеспечивать высокую прибыльность и сохранять конкурентоспособность. Для снижения расходов необходимо создание модели по совместной эксплуатации техники, например «оборудование как услуга» или модели с оплатой за фактическое использование. Таким образом, производители оборудования, предлагая подобные бизнес-модели, будут способствовать внедрению «умных» решений в сельском хозяйстве. Для управления указанными бизнес-моделями необходимы платформы IoT, задача которых собирать данные для контроля за техникой и ее прогнозного техобслуживания, обеспечивать работу автоматизированной системы расчетов и поддерживать новую операционную модель – делать все то, что повышает доступность оборудования и эффективность его работы [6, 7].

Находят применение в работе автономных теплиц технологии использования солнечных батарей. Для создания комфортного микроклимата, необходимого для роста растений, предлагаются интеллектуальные системы управления на основе нечеткой логики. Данная технология позволяет осуществлять экономию энергии и водных ресурсов за счет эффективного использования солнечной энергии. В основе идеи – наличие специальных датчиков для контроля температуры окружающей среды, влажности почвы и относительной влажности воздуха, информация от которых передается на контроллеры. Данная система имеет возможность удаленного управления ключевыми параметрами внутренней среды теплицы. Теоретические положения данной модели были проверены экспериментально и показали ее эффективность в решении проблемы защиты растений от солнечного света [8].

В разработках зарубежных исследователей активно применяются облачные технологии хранения и обработки накопленных данных, например использование технологической платформы MACQU (Management Control for Quality) высокотехнологичных теплиц с управляемой средой и оптимизацией потребления энергии.

Следует отметить, что, несмотря на многообразие предлагаемых решений, на сегодняшний момент не существует компьютерных программ с надежной математической моделью, адаптированных к российским условиям. Кроме того, в сфере закупок программного обеспечения (ПО) действует национальный режим, заключающийся в запрете на приобретение программного обеспечения, разработанного в иностранных государствах. Так, в соответствии с законодательством о контрактной системе в Российской Федерации запрещено закупать программы иностранного производства, а также заниматься доработкой такого ПО, приобретать услуги по техподдержке, сопровождению и обновлению, если это повлечет передачу прав на такое программное обеспечение заказчику.

Между тем опыт зарубежных стран по применению инновационных технологий на основе использования информационно-вычислительных систем и средств автоматизации производства сельскохозяйственной продукции является передовым, однако требует своего изучения и использования при условии его адаптации к российским условиям [9, 10].

По нашему мнению, актуальным направлением в работе тепличных хозяйств является автоматизация таких параметров, как влажность и температура воздуха, освещенность, наличие и состав микроэлементов, увлажненность почвы, которые мы предлагаем автоматизировать путем использования программируемых логических контроллеров.

Принципиальная схема управления системами жизнеобеспечения растений на основе контроля основных параметров внутреннего микроклимата, полива и подкормки растений может быть представлена в виде, показанном на рисунке 1.

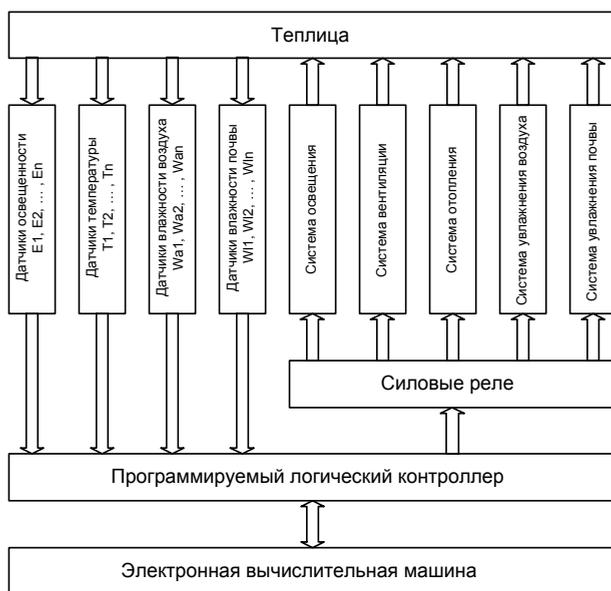


Рис. 1. Принципиальная схема автоматизированного управления теплицей

Для обеспечения эффективного роста растений такие параметры внутреннего микроклимата, как освещенность, температура, относительная влажность воздуха и почвы, должны находиться в заданных пределах. Изменение освещенности регулируется включением либо отключением числа светильников, изменение влажности воздуха возможно за счет применения активного вентилирования, изменение температуры воздуха – за счет включения либо отключения секций обогревателей. Как правило, типовая схема управления микроклиматом теплицы строится на использовании двухпозиционного релейного закона регулирования, когда включение оборудования происходит при достижении контролируемым параметром минимального параметра, а отключение – при достижении максимального параметра.

Нами предлагается схема автоматизации основных параметров работы оборудования для создания и поддержания оптимальных параметров микроклимата, реализованная на базе программируемого логического контроллера. Для регулирования параметров и управления системами освещения, отопления, вентиляции, увлажнения воздуха и почвы реализован алгоритм управления на базе нечеткой логики. При этом система управления включает в себя датчики температуры воздуха ($T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$), датчики влажности воздуха ($Wa_1, Wa_2, Wa_3, \dots, Wa_n$), датчики влажности почвы ($Wl_1, Wl_2, Wl_3, \dots, Wl_n$), датчики освещенности ($E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$), программируемый логический контроллер, силовые реле.

Регулирование параметров микроклимата осуществляется с помощью контроллера следующим образом: информация от датчиков анализируется контроллером, и в зависимости от их параметров включаются соответствующие силовые реле, подключающие системы микроклимата.

Регулирование освещенности происходит путем включения или отключения светильников для обеспечения оптимальной для растений продолжительности светового дня.

Температура воздуха поддерживается в течение периода эксплуатации теплицы в заданных параметрах за счет применения систем отопления при низких температурах и систем вентиляции при повышении температуры.

Влажность воздуха поддерживается путем распыления воды форсунками, управляемыми специальными клапанами посредством силовых реле.

Увлажнение почвы осуществляется системой капельного полива, управляемой электромагнитными клапанами при соответствующих сигналах микроконтроллера.

Выбор типа программируемого логического контроллера определяется степенью автоматизации теплицы, а также ее размерами. Для небольших тепличных хозяйств с малой степенью автоматизации, например только с системой увлажнения почвы, возможно использование контроллеров с сенсорной панелью, собственным дисплеем и подсистемой ввода/вывода. Примером такого контроллера является ОВЕН ПЛК73. Его характеристики: 2 дополнительных последовательных интерфейса, 8 универсальных аналоговых входов, 8 дискретных входов и 8 выходов, 4 из которых могут быть аналоговыми. Выходы могут быть следующих типов: релейный, транзисторный дискретный или аналоговый выход 4-20 мА либо 0-10В. Для расширения числа выходов может использоваться модуль МР1 или другие модули ввода вывода, подключаемые по RS-485.

Для крупных тепличных хозяйств с высокой степенью автоматизации целесообразнее использовать программируемые логические контроллеры с модульной архитектурой, которые позволяют строить системы автоматизации любой сложности и распределенности, например промышленный контроллер ЧПП-РТ производства компании «ОСАТЕК». Его особенности: варианты исполнения корпуса – 4, 8, 13 модулей УСО, до 53 000 дискретных/аналоговых каналов ввода/вывода, масштабируемость до 255 пассивных шасси, РС-совместимый процессорный модуль активного шасси, резервирование питания и «горячая» замена модулей, поддержка 4x Ethernet 100TX, протокол RSTP, 4x RS422/485, скорость до 5000 кБод, установка на стену/панель, 19-дюймовую стойку.

Блок-схема, описывающая алгоритм работы системы управления микроклиматом теплицы, состоит из управления системой вентиляции, отопления, орошения и системы освещения (рис. 2).

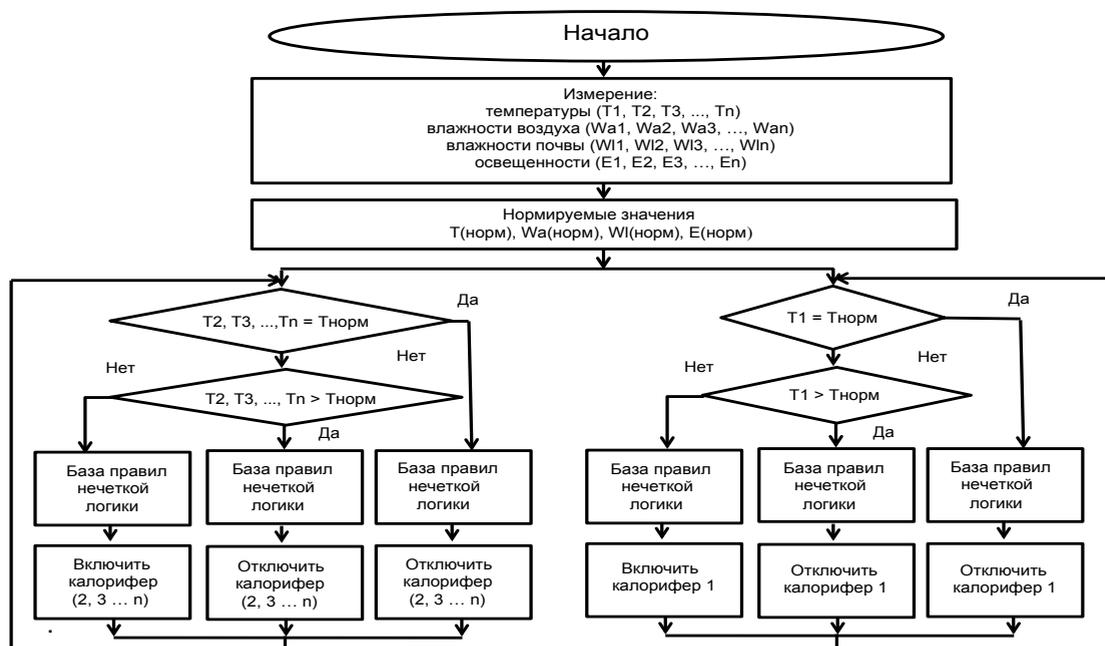


Рис. 2. Алгоритм управления микроклиматом теплицы

Предполагается, что в начальный момент оператор задает оптимальные (нормируемые) значения параметров микроклимата, благоприятные для выращивания конкретного вида растений. Далее программа производит сравнение текущих параметров температуры, влажности и освещенности, передаваемых с датчиков, расположенных в разных частях теплицы, с заданными нормируемыми значениями данных показателей и подает сигнал о включении либо отключении исполнительных механизмов, что, в свою очередь, приводит к изменению контролируемых параметров микроклимата, регистрируемых датчиками. Так, алгоритм работы программы поддержания микроклимата для системы вентиляции, отопления, орошения и освещения аналогичный, представим блок-схему алгоритма работы на примере регулировки температуры воздуха системой отопления.

По представленному алгоритму будет разработан программный код в среде программирования CODESYS, по которому программируемый контроллер будет осуществлять автоматическое управление системой поддержания микроклимата теплицы. По нашему мнению, реализация управления системой микроклимата в теплице на базе контроллеров ПЛК73, ЧПП-РТ либо их аналогов будет обладать изначально минимальной стоимостью при высокой надежности и быстродействии функционирования. Кроме того, контроллеры данных марок производятся российскими компаниями, что не создаст препятствий для закупки подобных систем управления микроклиматом теплиц при их использовании для нужд уголовно-исполнительной системы.

Библиографический список

1. Родионов А. В. Стратегия развития уголовно-исполнительной политики в сфере организации труда осужденных // Уголовно-исполнительное право. 2017. Т. 12(1–4), № 1. С. 31–33.
2. Чернышов И. Н. Затраты и результаты труда осужденных: проблемы статистического анализа // Человек: преступление и наказание. 2018. Т. 26(1–4), № 4. С. 487–494.
3. Большакова Е. В., Терехин В. И., Чернышов В. В. Проблемы развития производственного сектора уголовно-исполнительной системы и пути их решения // Уголовно-исполнительное право. 2017. Т. 12(1–4), № 1. С. 9–12
4. Шамсунов С. Х., Пещеров Г. И. Управленческая культура учреждений и органов уголовно-исполнительной системы // Человек: преступление и наказание. 2018. Т. 26(1–4), № 2. С. 162–167.
5. Наприс Ж. С., Штыков А. С. Источники, условия и направления совершенствования продовольственного обеспечения спецконтингента // IV Международный пенитенциарный форум «Преступление, наказание, исправление» (к 140-летию уголовно-исполнительной системы России и 85-летию Академии ФСИН России) : сб. тез. выступлений и докладов участников (г. Рязань, 20–22 нояб. 2019 г.) : в 10 т. Рязань : Академия ФСИН России, 2019. Т. 9. Материалы международных научно-практических конференций и круглых столов. С. 153–157.
6. Куринька В. С. Системный анализ процесса регулирования температуры в «умной теплице» для построения компьютерной модели // Электронные средства и системы управления. 2013. № 1. С. 182–185.
7. Кабанов А. А., Никонова Г. В. Система удаленного управления теплицей // Актуальные проблемы современной науки : материалы IV региональной науч.-практ. конф. / под ред. В. И. Сурикова, В. К. Волковой, Т. В. Куниевской. Омск : Омский государственный технический университет, 2015. С. 80–82.

8. Милованов М. И., Кириченко А. С. «Умная» теплица // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам 71-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2015 год. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2016. С. 667–669.

9. Абдрахманов В. Х., Важдаев К. В., Салихов Р. Б. Информационно-измерительная система дистанционного контроля параметров микроклимата // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2016. Т. 12, № 3. С. 91–99.

10. Климов В. В. Оборудование теплиц для подсобных и личных хозяйств. М. : Энергоатомиздат, 1992. 95 с.