

Сельскохозяйственные науки

УДК 631.171

*Галиченко С.А., студент кафедры
«Автоматика и управление»
Багров А.В., студент кафедры
«Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств
имени профессора М.Б. Генералова»
Фокина М.С., к.т.н., доцент
ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»
Россия, Москва*

*Galichenko S.A., student of the Department
Automation and control
Bagrov A.V., student of the Department
Hardware design and automation of technological productions named after
Professor M.B. Generalov
Fokina M.S., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow*

**Перспективы применения вертикальных ферм с применением
технологии аэропоники для устойчивого развития городской среды**

**Prospects for the use of vertical aeroponic farms for the sustainable
development of the urban environment**

Аннотация: в данной статье рассматриваются экологические, социально-экономические и технологические аспекты применения вертикальных ферм с применением технологии аэропоники в городской среде. Приводится описание собранной малой экспериментальной установки, в которой выращивались различные растения и картофель, в частности. Определены проблемы, возникшие в ходе эксплуатации установки.

Ключевые слова: аэропоника, автоматизированная система, ресурсоэнергосберегающие технологии, картофель.

Annotation: this article examines the environmental, socio-economic and technological aspects of the application of vertical farms using aeroponics technology in an urban environment. A description of the assembled small experimental setup is given, in which various plants and potatoes, in particular, were

grown. The problems that arose during the operation of the installation have been identified.

Key words: aeroponics, automated system, resource-saving technologies, potatoes.

В последние десятилетия мировое сообщество всё чаще сталкивается с весомыми экологическими, социальными и экономическими вызовами, связанными с урбанизацией, ростом населения, изменением климата и ухудшением качества почвы в силу различных причин, как естественных, так и искусственных. Согласно отчёту ООН [4], к 2050 году более 68% мирового населения будет проживать в городах. С учётом общего роста населения на планете абсолютное значение численности городского населения может увеличиться на 2,5 миллиарда человек к 2050 году, что создаст дополнительные препятствия для обеспечения продовольственной безопасности и рационального использования природных ресурсов.

Вертикальные фермы с использованием гидропоники и aeropоники, представляющие собой замкнутые системы выращивания растений в многоуровневых конструкциях, могут стать существенным элементом устойчивого городского сельского хозяйства [1].

Одним из ключевых преимуществ aeropоники является способность минимизировать использование природных ресурсов. В отличие от традиционного сельского хозяйства, такие системы могут снизить потребление воды на 70-90% за счет использования замкнутых систем циркуляции [6].

Другой важной характеристикой aeropоники является их способность уменьшать углеродный след. Вертикальные фермы могут быть расположены непосредственно в городской среде, что сокращает расстояние транспортировки и, соответственно, выбросы углекислого газа. Более того, вертикальные фермы могут функционировать в условиях замкнутых экосистем, что позволяет минимизировать использование пестицидов и химических удобрений, что, в свою очередь, снижает загрязнение окружающей среды [3].

С точки зрения социально-экономических последствий, вертикальные фермы обладают значительным потенциалом для создания рабочих мест и развития нового сектора аграрных технологий. Создание вертикальных ферм в городах может привести к возникновению новых рабочих мест в таких областях, как автоматизация, робототехника и агрономия.

Важной частью применения технологии aeropоники является возможность использования современных технологий для повышения эффективности вертикальных ферм по различным критериям. В частности, это позволяет снизить трудозатраты и повысить производительность системы [5].

Однако, несмотря на значительные преимущества, существуют и сложности, связанные с внедрением вертикальных ферм. Одной из ключевых

проблем является высокая стоимость начальных инвестиций в оборудование и технологии. Кроме того, вертикальные фермы требуют значительного количества энергии.

Одним из этапов исследования стало проектирование и создание малой экспериментальной установки для проведения опытов по выращиванию растений в условиях аэропонной системы. Основной целью установки являлось тестирование возможностей автоматизированного контроля процесса для выращивания различных растений и, в частности, картофеля в условиях городской среды.

Экспериментальная установка была изготовлена на базе микроконтроллера (МК) Arduino Mega, что может позволить собрать подобную установку для проведения последующих исследований в условиях низкого финансирования. Установка также включала текстовый дисплей для визуализации текущего состояния системы, а также силовые ключи, обеспечивающие управление насосом и системой освещения.

Главная функция, изображенная на рисунке 1, заключается в следующем: при включении микроконтроллера происходит запуск программного счётчика, который сохраняет количество миллисекунд, прошедших с момента включения МК. Также, сразу после запуска на текстовый дисплей выводится приветственное сообщение и запрашивается актуальное время для корректной работы освещения. Подобный подход позволяет исключить использование часов реального времени.

После ввода актуального времени запускается цикл, управляющий работой освещения и насоса. Рассчитанная продолжительность корректной автономной работы установки составляет 49 дней, что связано с техническими характеристиками используемого микроконтроллера и его ограниченной разрядностью для хранения временных данных.



Рисунок 1 – Схема главной функции

Функция управления освещением, представленная на рисунке 2, включает и отключает освещение по заранее прописанным в коде таймерам. Принцип работы таймера заключается в сравнении разницы текущего времени с временем последнего изменения состояния освещения. Если результат разности больше или равен указанному количеству времени таймера, то условие считается выполненным.

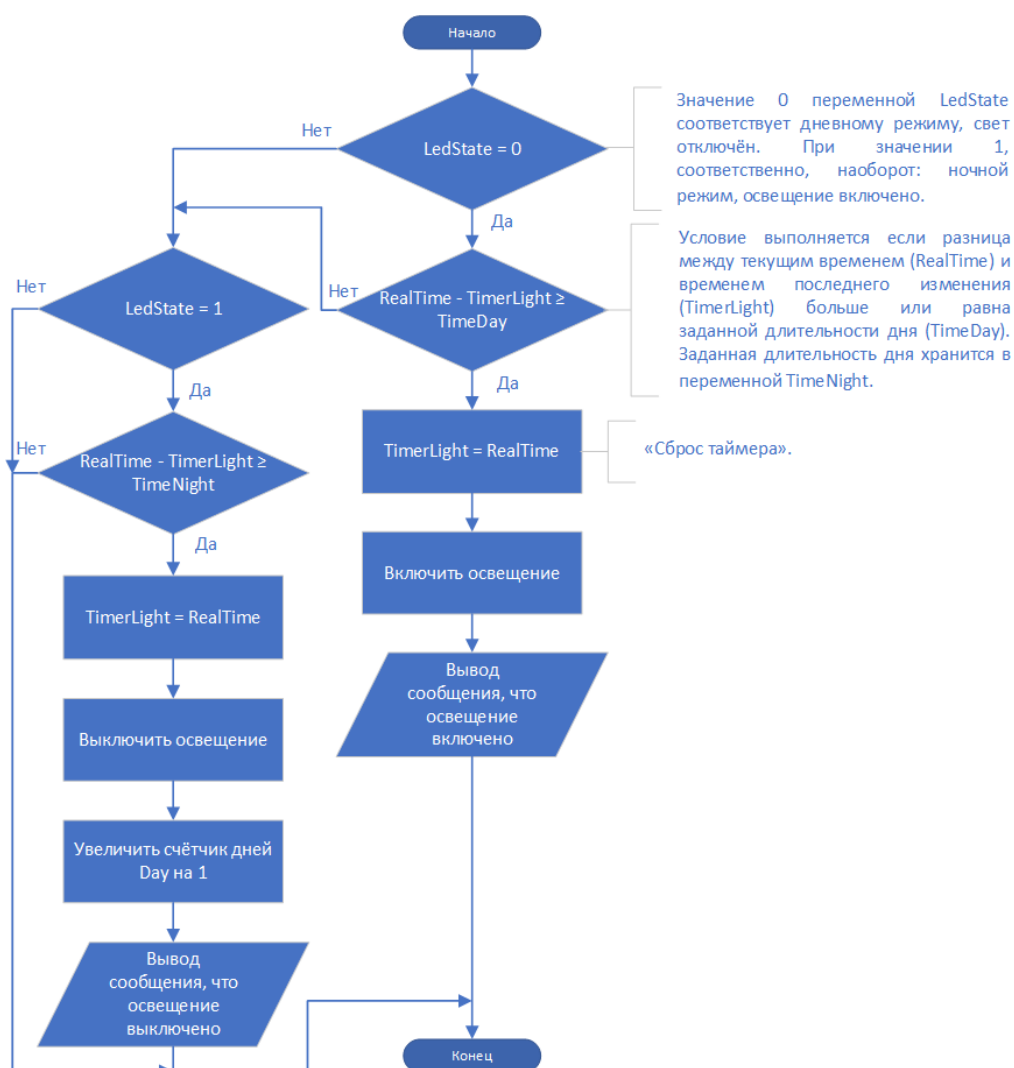


Рисунок 2 – Схема функции управления освещением

Функция управления орошением питательным раствором, изображенная на рисунке 3, позволяет задавать различные периоды работы и бездействия насоса в дневной и ночной периоды. Работа таймеров в данном случае схожа с работой таймеров, описанной выше, за тем исключением, что период работы насоса задаётся при помощи задержки, которая останавливает выполнение программы до момента окончания этой задержки.

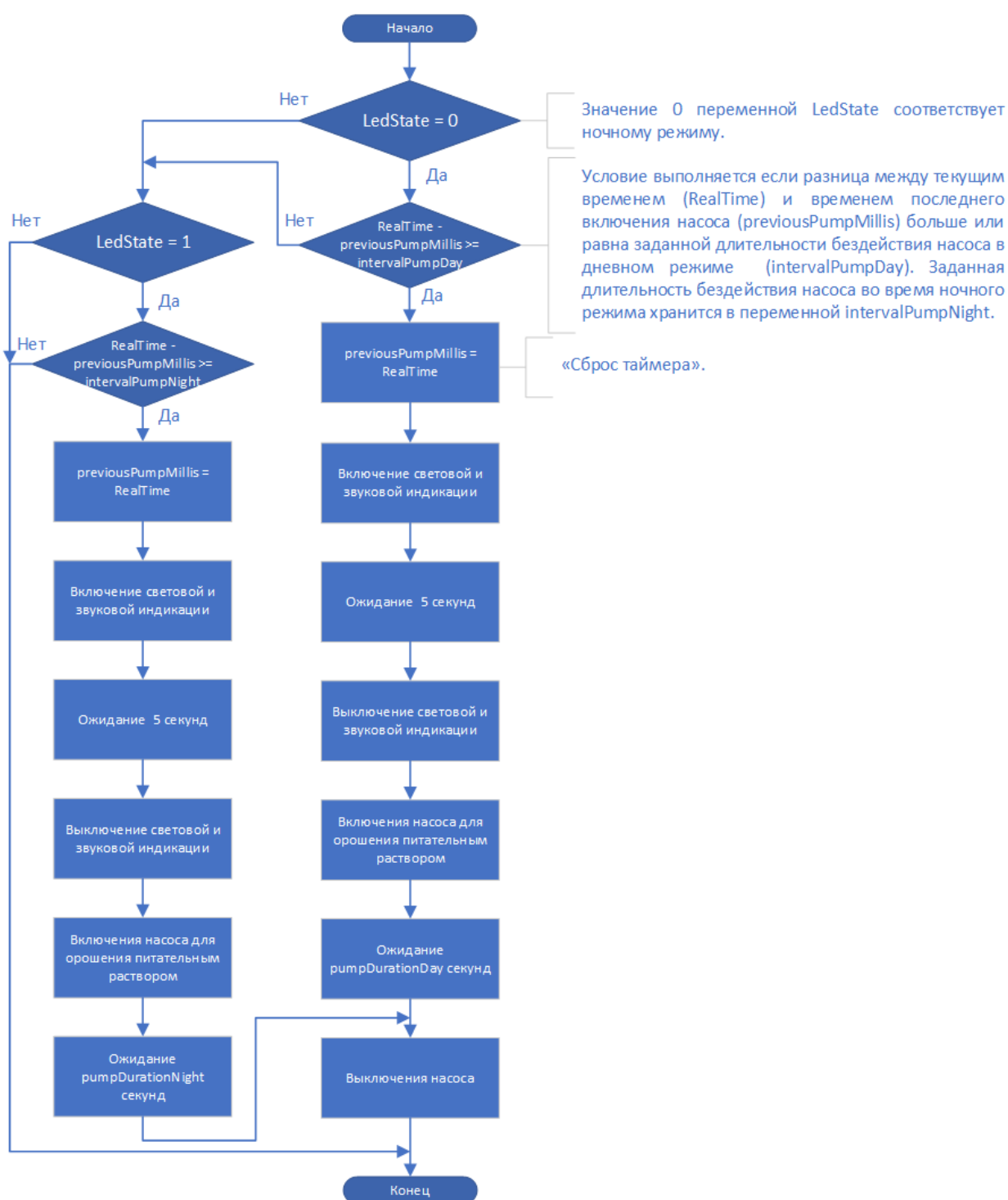


Рисунок 3 – Схема функции управления орошением питательным раствором

Для проверки работы установки и проведения экспериментов был высажен картофель, закупленный в розничной сети продуктов питания. Из 10 высаженных клубней проросли 2, что позволило выявить ряд проблем, связанных с эксплуатацией системы. Одной из ключевых сложностей стало

забивание форсунок, отвечающих за подачу питательного раствора к клубням картофеля и корням растений.

Кроме того, на этапе эксплуатации стало очевидным, что контроль концентрации питательного раствора требует большей точности. Небольшие отклонения в составе раствора приводили к заметным изменениям в росте растений.

Другой существенной проблемой может стать уязвимость системы к сбоям в электроснабжении [2]. Поскольку в аэропонике корни растений находятся в воздухе, не имея прямого доступа к питательному раствору, их необходимо периодически увлажнять. Перебои в подаче электроэнергии могут привести к гибели растений. Поскольку внедрение системы резервного электропитания не всегда может быть доступным вариантом, следует рассмотреть другие способы сохранения растений в случае выхода насоса из строя по различным причинам.

Проведенные эксперименты показали, что аэропонные системы могут стать перспективным направлением для развития вертикального сельского хозяйства. Дальнейшие исследования могут быть направлены на устранение выявленных технических проблем.

Таким образом, вертикальные фермы с применением технологии аэропоники представляют собой перспективное решение для обеспечения устойчивого развития городов в условиях глобальных экологических и социально-экономических вызовов. Их применение позволяет существенно снизить нагрузку на природные ресурсы, улучшить качество городской среды и повысить продовольственную безопасность.

Библиографический список:

1. Алгазин Д.Н. Перспективы выращивания тепличных культур с применением аэропонии в условиях Сибирского региона // Вестник ОмГАУ. 2014. №1 (13).
2. Антонов А.М., Александрова Ю.В., Пастухова Н.О., Лютикова А.И. Сравнительный анализ эффективности корнеобразования черенков в аэропонных и гидропонных системах // Вестник КрасГАУ. 2019. №2 (143).
3. Ветчинников А.А., Анциферова Д.В., Тесленко А.Ю., Кечкова Е.В. Особенности удобрения культур в технологиях гидро-и аэропонии // Агрохимический вестник. 2017. №2.
4. Гутерриш А.М. Обзор и оценка Программы действий Международной конференции по народонаселению и развитию и ее вклада в осуществление последующей деятельности в связи с Повесткой дня в области устойчивого развития на период до 2030 года и проведение обзора хода ее реализации [Электронный ресурс] // Организация Объединённых Наций : [сайт]. URL:

<https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n19/015/37/pdf/n1901537.pdf?OpenElement> (дата обращения: 06.10.2024)

5. Жестков А.Е., Князьков А.В., Чайковский В.М. Система автоматизированного выращивания растений аэропонным методом // НиКа. 2017. №.

6. Яловик Л.И., Власова Д.В., Липатова Т.Д., Яловик Е.А. Выращивание семенного картофеля методом аэропоники // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №2 (47).