

УДК 004.5

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

**Вячеслав Александрович Рубанов**

магистрант

slavokrubanov2000@gmail.com

**Дмитрий Валерьевич Гурьянов**

кандидат технических наук, доцент

guryanov72@mail.ru

**Станислав Олегович Чиркин**

магистрант

stas.chirkin@bk.ru

**Аннотация.** В статье предлагается автоматическая система орошения сельскохозяйственных культур с учетом технических аспектов. Солнечная энергия используется в качестве источника питания для управления всей системой. Система интегрирована с использованием микроконтроллера PIC18F452 и основана на анализе влажности почвы и температуры окружающей среды.

**Ключевые слова:** солнечная энергия, встроенная система, микроконтроллер, датчики, соленоидный клапан, система полива.

Рост населения и активизация человеческой деятельности в различных секторах, включая сельское хозяйство, привели к увеличению потребления пресной воды и потребности в этом стратегическом ресурсе. Водные ресурсы и изменение климата регулярно подчеркиваются как один из самых серьезных кризисов, с которыми человечество столкнется в ближайшие десятилетия. Они представляют серьезную угрозу для продовольственной безопасности и экономики во многих частях мира. Около 40% населения мира проживает в районах, где водные ресурсы дефицитны и перераспределяются из-за конкуренции. В Китае 53,1% фермеров внедрили водосберегающие технологии орошения, чтобы справиться с нехваткой воды. В странах Средиземноморья, в частности в Алжире, устойчивое использование водных ресурсов является серьезной проблемой. Эта статья была создана в ответ на основную проблему сельского хозяйства, на долю которого приходится 80% потребления воды. Алжир хочет развивать сельское хозяйство в пустыне Сахара, известной как засушливый регион, где даже капля воды является драгоценным ресурсом. В различных статьях и диссертациях были предложены автоматизированные системы для решения проблем ирригации, включая базовую систему, в которой насос останавливается, пока влажность почвы не превысит 30%.

Ранее большинство предлагаемых моделей ирригаторов были моторизованными, и соответствующее оборудование для автоматизации также было фиксированной стоимостью. Эти модели также были очень дорогими, так как были изготовлены из дорогостоящего оборудования. Поэтому из-за высокой стоимости эти модели не могли быть приобретены обычными фермерами для собственного использования.

В этой статье предлагается автоматическая система орошения, управляемая солнечной энергией. Система предназначена для использования в различных условиях, таких как фермы, дома, животноводческие фермы и питомники. Система анализирует влажность почвы и температуру окружающей среды на трех участках посевов и обеспечивает нужное количество воды для каждой культуры. Удержание воды на сельскохозяйственных угодьях

контролируется с помощью микроконтроллера, оснащенного датчиком влажности почвы. Этот датчик собирает информацию о влаге и сообщает ее микроконтроллеру. Предлагаемая система использует солнечную энергию для активации водяного насоса. Здесь ирригация поддерживается датчиком влажности почвы и солнечной энергией. Остальная часть статьи организована следующим образом. В разделе II описывается предлагаемое системное решение со структурной схемой и принципом работы. В разделе III описывается метод определения размеров используемых солнечных панелей. Раздел IV представляет собой раздел результатов и завершается выводами.

### Предложенное решение

Микроконтроллер является сердцем системы, и PIC 18F452 был выбран за сочетание функциональности и низкой стоимости: он собирает и обрабатывает информацию, предоставляемую тремя датчиками влажности и температуры, и управляет клапаном. Микроконтроллер работает с кнопками и ЖК-дисплеями для удобства общения с пользователем, а также с модулем WIFI, который может связываться с сервером. Источником питания является солнечная батарея, а напряжение стабилизируется и регулируется двумя регуляторами (солнечным регулятором и LM317).



Рисунок 1 - Иллюстрация системы для единого сада

Плата оснащена различными дополнительными защитами для защиты от перенапряжения и неисправностей. Эти неисправности могут быть искусственными или случайными и оснащены индикаторами состояния для быстрой индикации причины проблемы в случае отключения питания. Принцип подключения электронных компонентов показан на рис. 2.

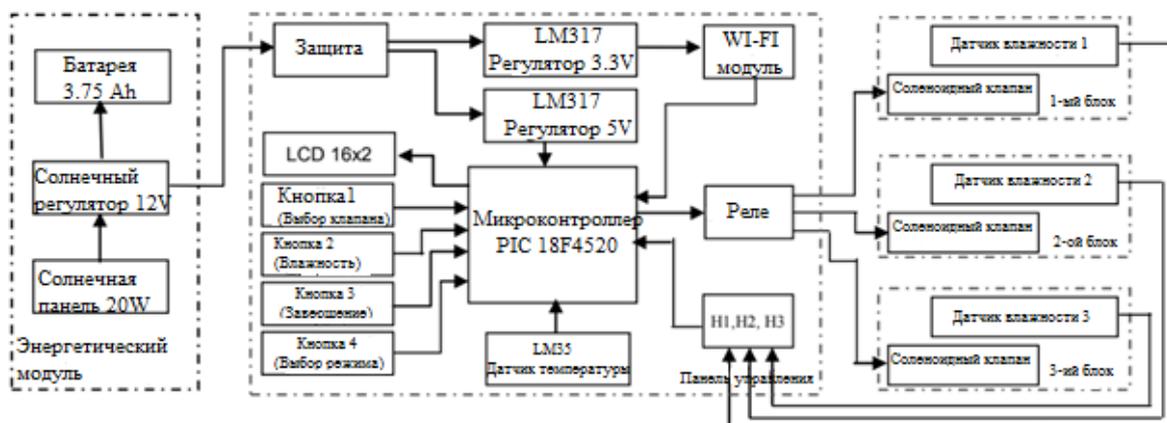
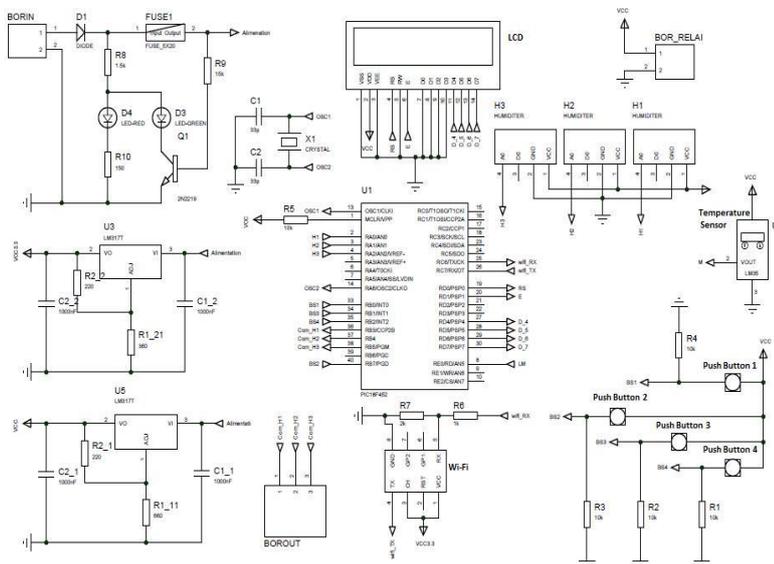


Рисунок 2 - Блок-схема

ЖК-дисплей подключен к микроконтроллеру через порт D. Модуль WiFi подключен к контактам RC6 и RC7 (но это может измениться в будущих версиях). Дисплей датчика влажности подключен к PIC 18F452 с порта RA0 на порт RA2. Датчик температуры подключен к PIC через порт RE0. Кнопки подключены через порты RB0, RB1, RB2 и RB7. Управление клапанами осуществляется через контакты RB3, RB4 и RB5. Принципиальная схема системы представлена на рис. 3, где показана общая схема системы.



### **Принцип действия**

Система в основном характеризуется тремя режимами: ручной, инициализационный и автоматический. Автоматический режим и режим инициализации сильно зависят друг от друга. В то время как ручной режим полностью независим и может быть активирован в любое время, что обеспечивает большую маневренность изделия.

Функция инициализации инициализируется при запуске, но может быть доступна в любое время в автоматическом режиме. Как следует из названия, эта функция инициализирует влажность почвы, которая является основной переменной, управляющей автоматическим режимом, для каждого устройства. Также существует возможность отключения любого из трех клапанов.

В автоматическом режиме значения температуры почвы и влажности почвы от каждого датчика отслеживаются непрерывно и параллельно. Если одно из значений достигает критического предела, микроконтроллер активирует соответствующий клапан, а две другие проверки продолжаются. Через несколько секунд программное обеспечение проверит значение влажности почвы. Если будет достигнут удовлетворительный уровень, микроконтроллер деактивирует клапан, в противном случае клапан останется активированным и войдет в цикл.

В ручном режиме пользователь может легко вручную поливать параллельный блок растений, даже если он был деактивирован в режиме инициализации. На рис. 4 кратко показано, как работает каждый режим.

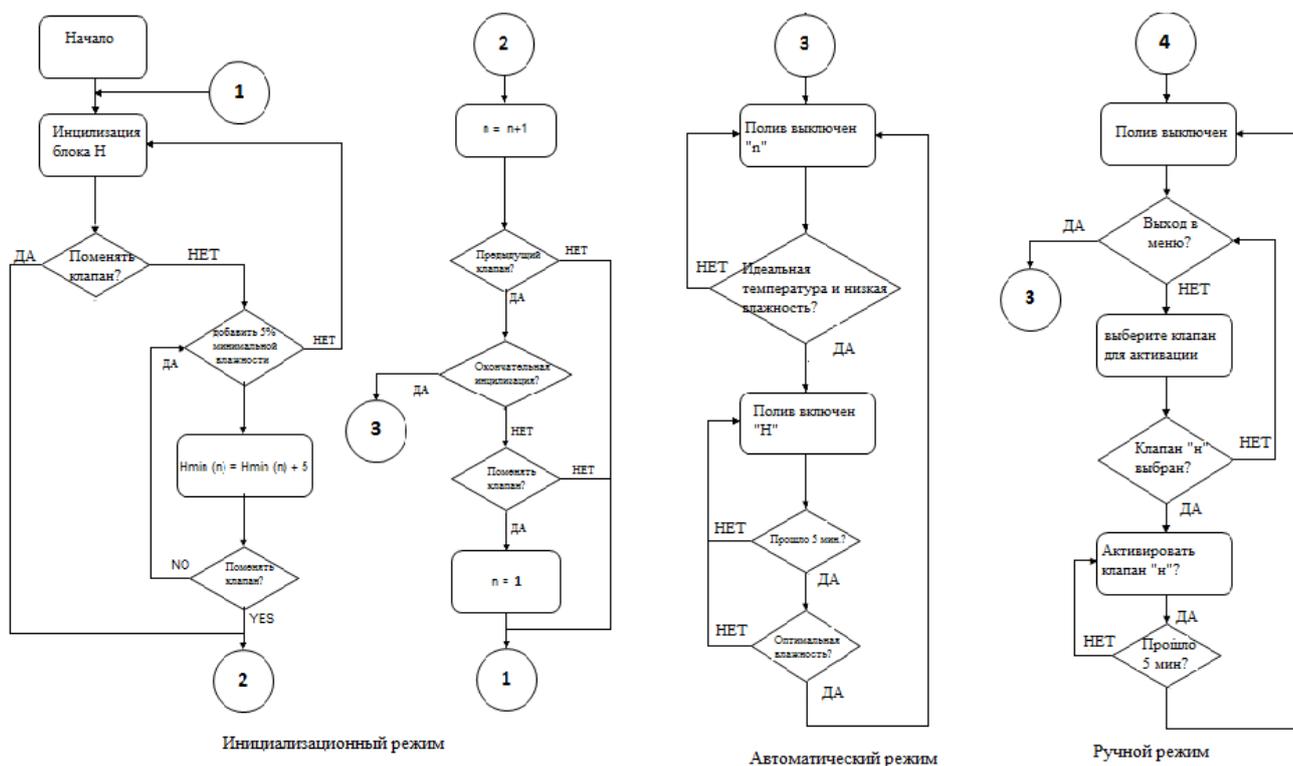


Рисунок 4 - Блок-схема системы

Следует отметить, что "Н" является переменной в диапазоне от 1 до 3 и представляет собой соответствующий клапан. Также следует уточнить, что "4", обозначающий ручной режим, всегда доступен, как и "1", режим инициализации. Таким образом, для достижения этих двух режимов работы не требуется никаких специальных условий.

### Солнечная установка

Эта система получает энергию от солнечного света с помощью солнечных батарей. Таким образом, система не зависит от электроэнергии. В предлагаемой модели энергия солнечного света используется для приведения в действие насоса для полива. Схема состоит из датчика влажности почвы, который вставляется в почву и определяет, влажная почва или сухая. Фотоэлектрический модуль представляет собой набор последовательно или параллельно соединенных элементов, которые вырабатывают ток и напряжение при воздействии солнечного света [1]. Реализации фотоэлектрических размеров должен предшествовать подход к проектированию. Напряжение, общая мощность и время работы собираются для расчета предполагаемого потребления продукта. Следующее уравнение используется для расчета

минимальной мощности, которую должна обеспечить фотоэлектрическая панель.

$$\omega = \frac{E \times G_n}{K_n \times G \times \eta}$$

где  $\omega$  - номинальная мощность солнечного коллектора,  $E$  - падающий свет при номинальной мощности, равной  $1000 \text{ w/m}^2$ ,  $G_n$  - общая суточная потребность в энергии (Втч),  $K_n$  - коэффициент коррекции наклона,  $G$  - общая солнечная радиация, полученная в критический месяц (в данном случае  $5000 \text{ w/m}^2$ ) и общий КПД солнечной системы. Из-за прерывистого характера солнечного излучения мощность, выделяемая коллекторами, снижается и должна обеспечиваться непрерывно. Необходимо добавить аккумулятор, и выбор свинцово-кислотных батарей обусловлен их низкой стоимостью и большим количеством циклов заряда/разряда. Чтобы найти точную емкость Ah, необходимую для установки, важно использовать следующую формулу

$$Q = \frac{E \times A}{U \times \eta_{ond} \times \eta_{cab} \times T}$$

где минимальная емкость аккумулятора выражается в ампер-часах (Ач), количество дней работы аккумулятора, а  $E$  - это количество потребленной энергии (Втч),  $U$  - это максимальный требуемый разряд батареи (В),  $\mu$  - это максимальный требуемый разряд батареи (В), КПД инвертора равен 1

Компонент должен выдерживать как минимум максимальный ток короткого замыкания панели, умноженный на 1,25, и общий ток, потребляемый нагрузкой [6].

### Полученные результаты

Все виды растений более или менее требовательны к воде и чувствительны к ее недостатку или избытку. Была создана теория того, как подойти к решению этой проблемы. Она основана на идее классификации их на три типа: сухие, нормальные и хрупкие (семена). После нескольких испытаний было пересмотрен подход к решению проблемы. Лучшим решением будет

оставить нижний предел влажности почвы на усмотрение пользователя, так как это позволит нам максимально оптимизировать количество воды, подаваемой растениям, не только для трех типов, но и для многих растений. Схема на макетной плате была разработана для организации того, что должно быть организовано заранее, и для исправления различных ошибок, связанных с этапом проектирования и определения размеров. Модель автоматического полива растений была протестирована в различных почвах и температурах и смогла поддерживать постоянный уровень влажности почвы. На рисунке 5 показана одна из схем, созданных на макетной плате.

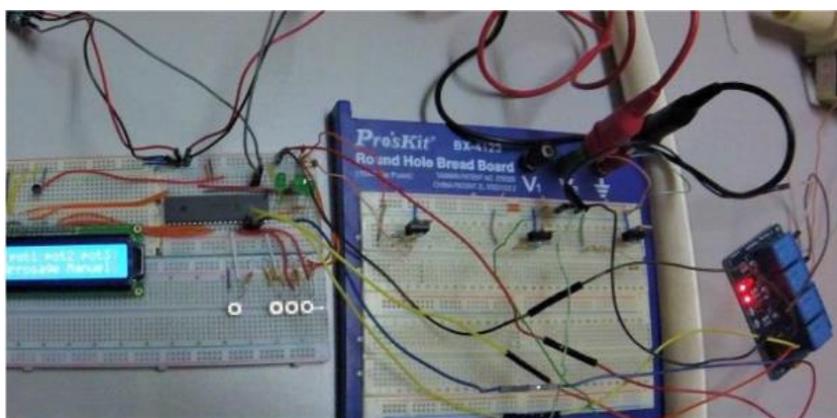


Рисунок 5 - Макет схемы

Все дневные потребности в энергии должны удовлетворяться за счет солнечной энергии. Эта система с солнечными батареями мощностью 20 Вт и свинцово-кислотными аккумуляторами емкостью 3,75 Ач помогает фермерам снизить рабочую нагрузку и сэкономить время, позволяя им увеличить площадь полей. Один продукт можно использовать на небольшой площади или использовать несколько продуктов. Он также может использоваться в сочетании с несколькими продуктами на больших полях. Такая гибкость поддерживает использование в любых условиях и с различными типами людей. Рекомендуется также спрятать различные кабели и трубы под землю, а сверху установить предупреждающие решетки.

### **Заключение и перспективы**

Этот уникальный продукт прост в обращении, удобен в использовании, обеспечивает ожидаемые результаты при низких затратах и направлен на сохранение самого ценного ресурса. Этот продукт позволяет проводить

ирригационные работы днем и ночью, в наиболее благоприятных для роста растений условиях. И это делает сельскохозяйственный сектор более конкурентоспособным и устойчивым.

Конструкция данного продукта децентрализует управление тремя обрабатываемыми участками. Система может вмещать до шести культивационных участков за счет увеличения количества датчиков и электромагнитных клапанов. Это одновременно повышает гибкость и снижает затраты. Например, питомниками растений можно управлять централизованно. Однако это влечет за собой дополнительные расходы на установку и настройку: система с модулем Wi-Fi ESP8266 направлена на интеграцию IoT путем передачи данных непосредственно на сервер, чтобы пользователи могли оптимально управлять растениями. Дальнейшие усовершенствования будут сделаны в будущем с помощью агрономов, которые являются экспертами в этой области. Предложенная система может быть улучшена путем включения других параметров, таких как максимальная влажность воздуха и влажность почвы, для обеспечения нужного количества воды.

#### **Список литературы:**

1. Чиркин С.О., Копцев П.Ю., Кузнецова А.П., Хатунцев И.В., Бобрович Л.В., Картечина Н.В. Системы навигации в рамках точного земледелия // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4. С.
2. В.А., Гурьянов Д.В., Чувилкин А.В. Анализ работы электрооборудования трансформаторных подстанций мичуринского рэс средствами тепловизионного контроля // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 3. С. 137.
3. Гурьянов Д.В., Симбирских Л.В. анализ электроснабжения ооо "экспериментальный центр М-конс1" // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 4. С. 32.

4. Девика, К., Картика, Б., и Виджаялекшми, С. (2017). Автоматическая система полива растений на Arduino. Материалы Международной конференции IEEE по схемам и системам 2017 г. (ICCS2017), стр. (384–387).

5. Бишну Д., Прачи С., Ретика А. и Ваня Т. Автоматическая система полива растений на основе микроконтроллеров. Международный исследовательский журнал инженерии и технологий (IRJET). стр. (1436-1439).

6. Харишанка С., Сатиш Р., Кумар С., Вигнеш У. и Вивекнатх Т. (2014). Умная ирригационная система на солнечной энергии. Публикации Research India. стр. (341-346).

**UDC 004.5**

## **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED IRRIGATION SYSTEM USING SOLAR ENERGY**

**Vyacheslav A. Rubanov**

Master

Slavokrubanov2000@gmail.com

**Dmitry V. Guryanov**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

guryanov72@mail.ru

**Stanislav O. Chirkin**

Master of Engineering Institute

stas.chirkin@bk.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The article proposes an automatic irrigation system for agricultural crops, taking into account technical aspects. Solar energy is used as a

power source to control the entire system. The system is integrated using the PIC18F452 microcontroller and is based on the analysis of soil moisture and ambient temperature.

**Keywords:** solar energy, integrated system, microcontroller, sensors, solenoid valve, irrigation system.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 30.06.2023.

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.06.2022; accepted for publication 30.06.2023.