

Научная статья

Original article

МК-44-20

УДК 631.6



**АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОМБИНИРОВАННОГО  
ОРОШЕНИЯ**

**ALGORITHMIZATION OF CONTROL PROCESSES OF AN AUTOMATED  
COMBINED IRRIGATION SYSTEM**

**Акпасов Антон Павлович**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом оросительных систем и гидротехнических сооружений, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123 Россия, Саратовская обл., Энгельсский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1), тел. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3252-7849>, [1a9@mail.ru](mailto:1a9@mail.ru)

**Туктаров Ренат Бариевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела оросительных систем и гидротехнических сооружений, заместитель директора по науке, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123 Россия, Саратовская обл., Энгельсский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1), тел. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6063-3801>, [tuktarov.rb@gmail.com](mailto:tuktarov.rb@gmail.com)

**Морозов Максим Игоревич**, младший научный сотрудник, отдела оросительных систем и гидротехнических сооружений, ФГБНУ «Волжский

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123 Россия, Саратовская обл., Энгельский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1), тел. 8(8453) 75-44-20, <https://orcid.org/0009-0005-1347-4314>, [jamster777@mail.ru](mailto:jamster777@mail.ru)

**Anton P. Akpasov**, candidate of technical sciences, senior researcher, Head of the Department of Irrigation Systems and Hydraulic Structures, Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation» (Gagarina st., 1, w. s. Privolzhsky, Engels district, Saratov region 413123 Russia), tel. 8(8453) 75-44-20, <https://orcid.org/0000-0002-3252-7849>, [1a9@mail.ru](mailto:1a9@mail.ru)

**Renat B. Tuktarov**, candidate of agricultural sciences, leading researcher of department of irrigation systems and hydraulic structures, deputy director of science, Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation» (Gagarina st., 1, w. s. Privolzhsky, Engels district, Saratov region 413123 Russia), tel. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6063-3801>, [tuktarov.rb@gmail.com](mailto:tuktarov.rb@gmail.com)

**Maxim I. Morozov**, junior researcher, department of irrigation systems and hydraulic structures, Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation» (Gagarina st., 1, w. s. Privolzhsky, Engels district, Saratov region 413123 Russia), tel. 8(8453) 75-44-20, <https://orcid.org/0009-0005-1347-4314>, [jamster777@mail.ru](mailto:jamster777@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлено описание алгоритма работы блока управления системы автоматизированной системы комбинированного орошения, предназначенной для автоматизации управления процессами полива и регулирования микроклимата растений и параметров увлажнения почвы в жаркие сухие дни вегетационного периода.

**Abstract.** The article provides a detailed description of the operating algorithm of the control unit of the automated combined irrigation system, designed to automate

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

the control of irrigation processes and regulate the microclimate of plants and soil moisture parameters on hot, dry days of the growing season.

**Ключевые слова:** Капельное орошение, сплинкерное орошение автоматизированная система, алгоритм, блок управления.

**Keywords:** Drip irrigation, splinker irrigation automated system, algorithm, control unit.

В условиях засушливых летних дней и дефицита влагообеспеченности Заволжья России получение стабильного урожая без орошения при выращивании сельскохозяйственных культур затруднено. При выращивании овощных культур предпочтение дается капельному поливу, который подает оросительную воду непосредственно к корневой системе растения. Капельный полив позволяет существенно экономить оросительную воду по сравнению с другими способами орошения, но не создает приземный фитоклимат, позволяющий растениям противостоять негативному воздействию высоких атмосферных температур [1, 2].

Многие исследователи [3-6] справедливо считают, что при выращивании овощных культур вместе с капельным орошением следует применять мелкодисперсное орошение для защиты зеленой массы растений от негативных последствий высоких температур и сухих ветров.

Разработка новой автоматизированной системы комбинированного орошения (далее АСКО) с технологичным блоком управления предназначена для оптимизации энергоресурсов и увеличения урожайности, уменьшения трудозатрат при выращивании сельскохозяйственных культур и регулирование микро- и фитолимата посевов в жаркие сухие дни вегетационного периода [7, 8].

Структурно блок управления АСКО состоит из четырех основных функциональных блоков (модулей):

1. *Микропроцессорная платформа* - управляет арифметическими действиями и логическими операциями в блоке управления, осуществляет сбор

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

информации с датчиков и сохраняет ее в буферную память, производит управление периферийными устройствами, осуществляет передачу данных о состоянии влажности почвы, приземного микроклимата растений, наличия осадков на мобильное устройство и прием из мобильного устройства управляющих команд.

2. *Блок датчиков* - состоит из датчиков шести типов: модуль датчиков для измерения параметров почвы (влажность, температура), датчик для измерения температуры и влажности воздуха, датчик влажности листовой поверхности, датчик дождя и датчик для измерения скорости и направления приземного ветра.

3. *Блок питания* - состоит из аккумуляторной батареи требуемой емкости со стабилизатором напряжения, которая обеспечивает энергией систему, а также солнечной батареи с контроллером заряда, служащей для подзарядки аккумуляторной батареи.

4. *Релейный блок* - осуществляет коммутацию цепей исполнительных устройств (насосные агрегаты и соленоидные клапаны).

Блок управления АСКО работает на основе разработанного алгоритма, который позволяет автоматизировать действия по управлению процессами полива для регулирования микроклимата растений и параметров увлажнения почвы в жаркие сухие дни вегетационного периода опираясь на показания, считываемые с системы автоматического мониторинга (рисунок 1).

Принцип работы блока управления заключается в первичной инициализации устройств системы и модулей после подачи питания, с последующей отправкой сообщения на мобильное устройство (web-сервер) о подключении блока управления и конфигурации системы. После система будет находиться в ожидании ввода параметров конфигурации системы и выбора режима управления - ручной или автоматический. При ручном режиме управление системой осуществляется непосредственно пользователем, при автоматическом – все действия производятся в точном соответствии с заданной конфигурацией системы.

Следующим шагом является переход в цикл регистрации модуля

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

измерения параметров почвы и ожидание сообщений от ведомого модуля. При получении сообщения от ведомого модуля оно регистрируется в блоке управления и происходит вход в основной цикл программы, проведения опроса всех датчиков системы, все результаты измерений параметров почвы и микроклимата отправляются сообщением на мобильное устройство (web-сервер).

При наличии атмосферных осадков управляющая программа блокирует

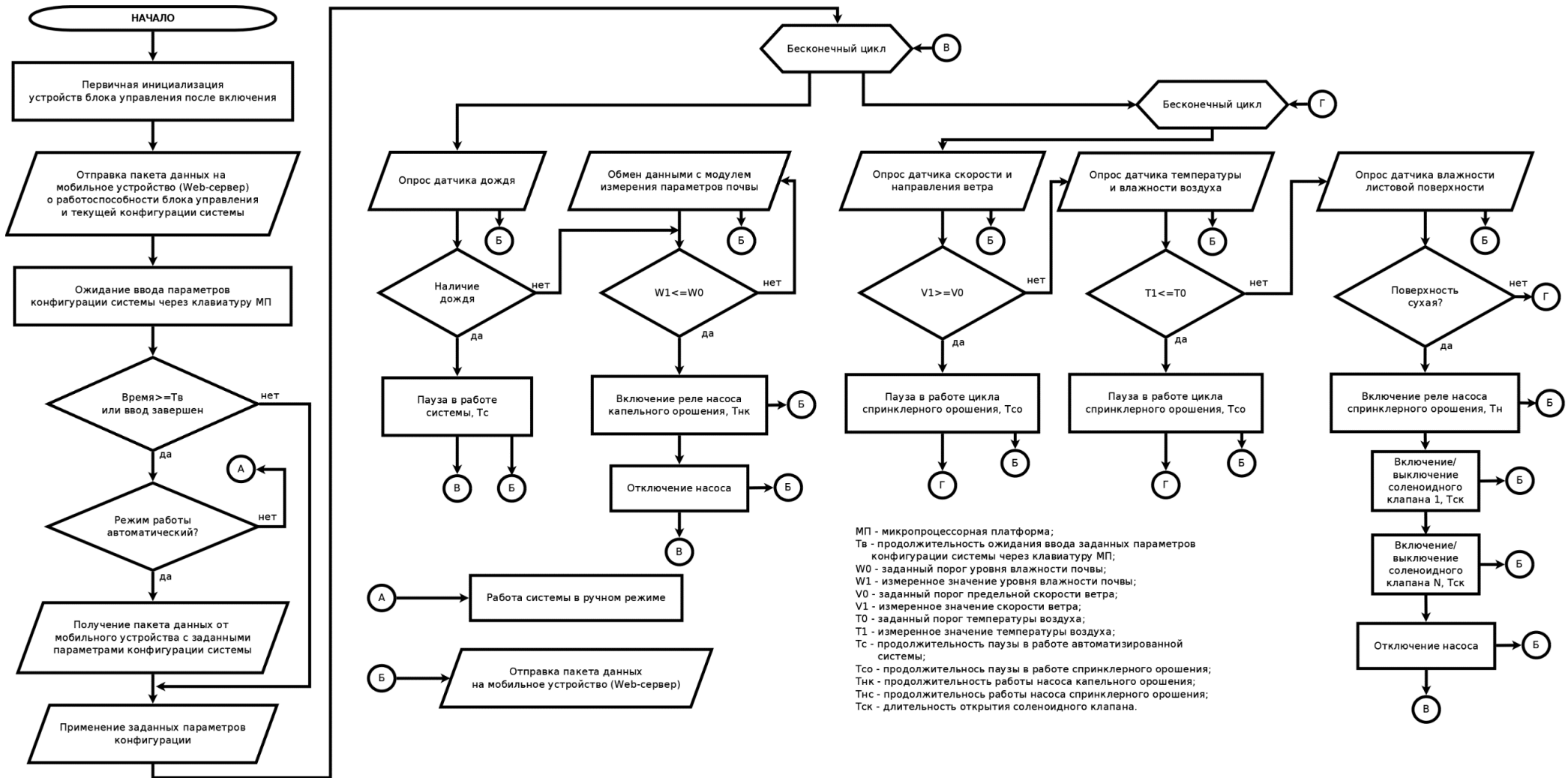


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма работы блока управления системы автоматизированного полива

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

работу всей системы в течении времени, параметр которого задан в конфигурации системы. По истечении заданного промежутка времени запускается основной цикл программы. При отсутствии атмосферных осадков работа управляющей программы осуществляется в заданном режиме.

В случае, если измеренное значение влажности почвы не превышает значения заданного параметра управляющая программа подает сигнал на включение реле насоса капельного орошения на заданный пользователем промежуток времени. По истечении заданного промежутка времени блок управления автоматически отключает подачу воды в систему капельного орошения. В противном случае управляющая программа возвращается в режим опроса модуля измерения параметров почвы.

Если измеренное значение скорости ветра превышает заданный пользователем параметр, то управляющая программа блокирует работу системы спринклерного орошения в течении времени, параметр которого задан в конфигурации системы. Иначе работа управляющей программы осуществляется в заданном режиме с учетом параметра температуры воздуха и состояния влажности листовой поверхности растений. В случае, если измеренное значение температуры приземного слоя воздуха не превышает значение заданного параметра управляющая программа блокирует работу системы спринклерного орошения в течении времени, параметр которого задан в конфигурации системы. В противном случае работа управляющей программы осуществляется в заданном режиме с учетом состояния влажности листовой поверхности растений. Если влажность листовой поверхности растений окажется ниже требуемых значений (сухая), то управляющая программа подает сигнал на включение реле насоса спринклерного орошения и на соленоидные клапаны.

Работа системы спринклерного полива осуществляется в соответствии с заданным пользователем промежутком времени и порядком включения/выключения электромагнитных клапанов. По окончании работы спринклерного полива блок управления автоматически отключает подачу воды в систему спринклерного орошения. В противном случае управляющая

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

программа возвращается в режим опроса датчиков микроклимата. После выполнения спринклерного полива управляющая программа возвращается основной цикл в работы. Все действия управляющей программы отправляются сообщением на мобильное устройство (web-сервер).

В дальнейшем после проведения испытаний, внедрение АСКО с разработанным алгоритмом управления в практику сельскохозяйственного производства позволит обеспечить экономию трудозатрат за счет автоматизации процесса запуска капельного и спринклерного поливов, основываясь на метеорологических данных системы мониторинга в режиме реального времени. Важным преимуществом алгоритма является его гибкость и возможность адаптации к различным условиям.

### Список использованной литературы

1. Акпасов А.П., Туктаров Р.Б. Перспективы применения цифровых технологических решений при комбинированном поливе сельскохозяйственных культур// Московский экономический журнал. 2022. № 6. doi: 10.55186/2413046X\_2022\_7\_6\_337.
2. Акпасов А.П., Кулявцева А.А., Аналитический обзор устройств мониторинга метеоданных в сельскохозяйственном производстве// Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 4/2023. <https://e-integral.ru/rubriki/selhoz-nauki/integral-4-2023-5>.
3. Бородычев, В.В. Комбинированное орошение сельскохозяйственных культур [Текст]/А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров, В.М. Гуренко, А.В. Майер //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 1(37). – С.
4. Дубенок Н.Н., Майер А.В. Разработка систем комбинированного орошения для полива сельскохозяйственных культур // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 9-19.
5. Казаринов Л.С., Шнайдер Д.А., Барбасова Т.А. Автоматизированные



## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

информационно-управляющие системы // учебное пособие. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. 320 с.

6. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Обобщенная модель автоматизированной информационной системы мониторинга и управления орошением в режиме реального времени // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. №1 (45). С. 1-10.
7. Калачев А. Термокомпенсированные датчики влажности и температуры с цифровым выходом компании Honeywell// Компоненты и технологии. 2012. № 1. С. 34-36.
8. Курбанов С.А., Майер А.В. Исследования систем капельного орошения с мелкодисперсным дождеванием // Проблемы развития АПК региона. 2012. № 3. С. 15-19.

### **Spisok ispolzovannoy literatury**

1. Akpasov A.P., Tuktarov R.B. Perspektivy primeneniya cifrovyyh tekhnologicheskikh reshenij pri kombinirovannom polive sel'skohozyajstvennykh kul'tur// Moskovskij ekonomicheskij zhurnal. 2022. № 6. doi: 10.55186/2413046X\_2022\_7\_6\_337.
2. Akpasov A.P., Kulyavceva A.A., Analiticheskij obzor ustrojstv monitoringa meteodannykh v sel'skohozyajstvennom proizvodstve// Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologij «Integral». 4/2023. <https://e-integral.ru/rubriki/selhoz-nauki/integral-4-2023-5>.
3. Borodychev, V.V. Kombinirovannoe oroshenie sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Tekst]/A.S. Ovchinnikov, V.V. Borodychev, M.YU. Hrabrov, V.M. Gurenko, A.V. Majer //Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2015. – № 1(37). – S.
4. Dubenok N.N., Majer A.V. Razrabotka sistem kombinirovannogo orosheniya dlya poliva sel'skohozyajstvennykh kul'tur // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. № 1 (49). S. 9-19.

5. Kazarinov L.S., SHnajder D.A., Barbasova T.A. Avtomatizirovannyye informacionno-upravlyayushchie sistemy // uchebnoe posobie. CHelyabinsk: Izd-vo YUUrGU, 2008. 320 s.
6. Borodychev V.V., Lytov M.N. Obobshchennaya model' avtomatizirovannoy informacionnoy sistemy monitoringa i upravleniya orosheniem v rezhime real'nogo vremeni // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2017. №1 (45). S. 1-10.
7. Kalachev A. Termokompensirovannyye datchiki vlazhnosti i temperatury s cifrovym vyhodom kompanii Honeywell// Komponenty i tekhnologii. 2012. № 1. S. 34-36.
8. Kurbanov S.A., Majer A.V. Issledovaniya sistem kapel'nogo orosheniya s melkodispersnym dozhdevaniem // Problemy razvitiya APK regiona. 2012. № 3. S. 15-19.

© Акпасов А.П., Туктаров Р.Б., Морозов М.И. 2024 Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2024.

Для цитирования: Акпасов А.П., Туктаров Р.Б., Морозов М.И. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОМБИНИРОВАННОГО ОРОШЕНИЯ// Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2024.