

# РОБОТИЗИРОВАННЫЙ ОРОСИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «КАСКАД»

**СОЛОВЬЕВ Дмитрий Александрович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**ЖУРАВЛЕВА Лариса Анатольевна**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

*В статье рассматривается возможность совершенствования техники полива путем расширения функций системы автоматизации, внедрения цифровых технологий и интеллектуально-советующих систем управления. Разработанная система управления, установленная на оросительный комплекс «КАСКАД», обеспечивает контроль работы оросительного комплекса и насосной станции с передачей информации на пульт оператора, с последующей обработкой и анализом данных. Выполненная на базе программируемого логического контроллера позволяет обеспечить своевременный полив с внесением необходимых удобрений и пестицидов, контролировать расход воды, уровень топлива в генераторной установке и другие параметры. Заложена возможность настройки смс-оповещения на мобильные телефоны обслуживающего персонала. Внедренный модуль интеллектуально-советующей системы позволяет изменять поливную норму в соответствии с уровнем влагозапасов участков поля в режиме реального времени, основываясь на показаниях датчиков и метеостанции, без участия человека.*

74

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**Введение.** Обеспечение продовольственной безопасности в современном мире является одной из важнейших задач развития сельского хозяйства. Согласно прогнозам [1], производство продовольствия во всем мире должно увеличиться на 70–100 % к 2050 г., чтобы удовлетворить потребности девятимиллиардного населения.

Необходимо внедрение новых форм управления и уменьшение влияния «человеческого фактора», более эффективное использование сельхозтехники, сокращение затрат на производство продукции, удобрения, ядохимикаты, воду и электроэнергию, а также повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

По данным Министерства сельского хозяйства, Россия занимает 15-е место в мире по уровню цифровизации сельского хозяйства. В настоящее время, в той или иной степени, цифровые технологии в сельском хозяйстве используют около 10 % российских хозяйств. В странах Евросоюза – это около 80 % фермеров, а в США – 60 % [4].

Сельское хозяйство Саратовской области также ведется в сложных природно-климатических условиях. Наиболее характерной особенностью климата в Заволжье является недостаточное и резко меняющееся в отдельные годы увлажнение, в связи с чем проблема повышения водообеспеченности земель в данном регионе является актуальной.

Повышение качества полива может быть обеспечено путем изменения поливной нормы в соответствии с уровнем влагозапасов участков поля в режиме реального времени, адаптации режима полива к изменяющимся в течение поливного периода условиям, что требует совершенствования системы управления агрегатами,

расширения их технологических возможностей, внедрения информационных технологий [1–3].

Целью исследования является разработка новых принципов, методических подходов, методов, алгоритмов для перехода к «интеллектуальному», «цифровому» сельскому хозяйству, основанному на применении автоматизированных систем принятия решений, автоматизации и роботизации производства; разработка систем управления сельскохозяйственными машинами, обеспечивающих удаленный контроль работы, сбор, обработка и анализ данных о ходе выполнения технологических процессов; разработка аппаратно-программного комплекса; комплексная цифровизация земледелия с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур при экономном расходовании ресурсов (топлива, удобрений, агрохимикатов, воды, электроэнергии, человеческого труда), а также снижения экологической нагрузки на природу внедрением энергосберегающей экологически безопасной технологии производства сельхозпродукции.

**Методика исследований.** В Саратовском государственном аграрном университете имени Н.И. Вавилова ведутся научно-внедренческие исследования, направленные на создание технологий повышения продуктивности сельскохозяйственных земель на основе цифровых, интеллектуально-советующих систем управления сельскохозяйственными машинами, в частности дождевальной техникой [1].

Разработанный и внедренный роботизированный оросительный комплекс «КАСКАД» с интеллектуальной системой управления предназначен для полива дождеванием кормовых, зерновых, технических культур, включая высоко-стебельные (рис. 1) [1–3].

1  
2020

Разработанная система управления была реализована на оросительном комплексе «КАСКАД», установленном на орошаемых полях в УНПО «Поволжье» (с. Степное, Энгельсский район Саратовской области).

Основные технические характеристики оросительного комплекса «КАСКАД»:

Орошаемая площадь – 80,4 га; расход воды – 62,35 л/с (231,66 м<sup>3</sup>/ч); рабочее давление на входе в машину – 0,39 МПа; радиус захвата дождем – 505,75 м; длина оросительного комплекса – 480,75 м; минимальная продолжительность полного оборота – 20,73 ч; норма полива за один проход (оборот) – от 60 до 664 м<sup>3</sup>/га; число пролетов в машине – 7 шт.; длина пролета – 65,25 м; число дождевальных насадок – 152 шт.; потребляемая мощность – 4,6 кВт; рабочее напряжение – 380 В (50 Гц); требуемая мощность источника электроэнергии – не менее 10 кВт; сухая масса машины – 16150 кг.

**Результаты исследований.** Интеллектуальная система мониторинга и управления поливным комплексом (ИСМУПК) предназначена для слежения и автоматического управления поливным комплексом в заданных параметрах.

ИСМУПК обеспечивает контроль функционального состояния и управление работой роботизированной оросительной техники и насосной станцией с передачей всей собранной информации на пульт оператора с последующей обработкой, анализом и архивированием полученных данных. Программное обеспечение OWENLogic.

Выполненная на базе программируемого логического контроллера отечественного производства ИСМУПК позволяет обеспечить своевременный полив орошаемых площадей с внесением необходимых удобрений и пестицидов согласно заданному алгоритму, контролировать

расход воды, контроль уровня топлива в генераторной установке и другие параметры.

В состав разрабатываемой интеллектуальной системы мониторинга и управления орошением (поливным комплексом) входят: система интеллектуального управления комплексов; модуль управления насосной станцией; пульт оператора с программно-техническим комплексом (ПТК); метеостанция для контроля и прогнозирования метеоусловий; беспроводные автономные датчики контроля параметров орошения.

Автоматическая работа комплекса обеспечивается системой управления электродвигателем и системой синхронизации опорных тележек в линию.

Система управления (рис. 2) обеспечивает ручное и дистанционное управление.

Контроллер производит опрос состояния системы управления машиной, информации с датчиков, аварийных сигналов, генератора электроэнергии, анализирует ее и при необходимости запускает генератор, а затем и машину, добавляя в воду необходимые ингредиенты, передавая информацию по GPRS-каналу в операторную. Также ведется учет расходуемой воды, остатков топлива генератора, уровня реагентов в расходных емкостях.

Автоматизированное рабочее место и программно-технический комплекс состоит из сервера, GPRS-модема и программного обеспечения собственной разработки. Вся поступающая информация с роботизированных оросительных комплексов архивируется на сервере с возможностью построения графиков и трендов различных процессов.

На мониторе компьютера отображается карта контролируемой области с указанием места нахождения оросительного комплекса и его функционального состояния.



Рис. 1. Роботизированный оросительный комплекс





Рис. 2. Система управления

Заложена возможность настройки смс-оповещения на мобильные телефоны обслуживающего персонала.

Информационно-советующая система способна обеспечивать отслеживание состояния почвы, менять нормы полива в зависимости от микронеровностей участка и метеоданных с автоматизированным принятием решения в режиме реального времени без непосредственного участия человека.

В общем виде алгоритм управления можно выразить в виде схемы (рис. 3).

Основная задача на стадии реализации эксплуатационных режимов орошения состоит в оценке основных факторов, обуславливающих необходимость корректировки режима поливов, анализе

информации и принятии решения о внесении изменений в планируемый режим орошения.

Оперативное планирование эксплуатационных режимов орошения с использованием математических моделей и компьютерной технологии повышает точность нормирования объемов подачи воды на полив, обеспечивая эффективность и экономию воды и энергоресурсов.

Оперативное управление поливами включает в себя периодическую оценку почвенных влагозапасов в слое активного влагообмена, динамично связанных с видом и фазой развития сельскохозяйственной культуры.

В каждом конкретном случае дефициты водопотребления орошаемых культур необходимо





Рис. 3. Алгоритм управления оросительным комплексом

корректировать, используя опытные и расчетные данные.

К необходимой текущей ключевой информации следует отнести влажность почвы, к прогнозной – температуру и влажность воздуха, скорость ветра, осадки.

На основании полученных данных принимается решение о целесообразности и размерах выдачи и корректировки нормы полива сельскохозяйственных культур.

**Заключение.** Российский рынок цифровых технологий в сельском хозяйстве мало развит, отличается незначительным выбором, ограниченными возможностями и отсутствием комплексных решений и внедренных в хозяйствах комплексных технологий повышения продуктивности сельскохозяйственных земель на основе применения автоматизации и роботизации производственных процессов.

Разработанный и внедренный роботизированный оросительный комплекс «КАСКАД» с

интеллектуальной системой управления обеспечивает удаленный контроль работы, сбор, обработку и анализ данных о ходе выполнения технологических процессов, основанных на использовании компьютерных технологий, аппаратно-программного комплекса для ведения точного земледелия.

Информационно-советующая система обеспечивает отслеживание состояния почвы и задает норму полива в зависимости от рельефа участка и метеоданных в режиме реального времени без непосредственного участия человека.

В настоящее время расширяется база данных системы управления для различных почвенно-климатических условий и культур.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Есин А.И., Журавлева Л.А., Соловьев В.А. Ресурсосберегающие технологии и дождевальные машины кругового действия. – Саратов, 2019. – 214 с.
2. Журавлева Л.А., Соловьев В.А. Совершенствование технологических приемов полива дождевальными



ми машинами кругового действия «Каскад» // Мелиорация. – 2019. – № 1(87). – С. 78–82.

3. Совершенствование технологии полива дождевальными машинами кругового действия «КАСКАД» / Д.А. Соловьев [и др.] // Научная жизнь. – 2019. – № 1. – С. 57–65.

4. Труфляк Е. В. Основные элементы системы точного земледелия. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 39 с.

**Соловьев Дмитрий Александрович**, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Журавлева Лариса Анатольевна**, д-р техн. наук, проф. кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-63.

**Ключевые слова:** оросительный комплекс; дождевание; контроль и управление; цифровые технологии; автоматизация; роботизация сельского хозяйства; ресурсосберегающие технологии.

## ROBOTIC IRRIGATION COMPLEX “CASCADE”

**Soloviev Dmitry Aleksandrovich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the chair “Technosphere Safety and Transport-technological Machines”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Zhuravleva Larisa Anatolyevna**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the chair “Technosphere Safety and Transport-technological Machines”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Keywords:** irrigation complex; sprinkling; control and management; digital technologies; automation; robotization of agriculture; resource-saving technologies.

*The article considers the possibility of improving irrigation technology by expanding the functions of the automation system, the introduction of digital technologies and*

*intelligent-advising control systems. The developed control system installed on the irrigation complex “CASCADE” provides control of the irrigation complex and pumping station with the transmission of information to the operator panel, followed by processing and analysis of data. Made on the basis of a programmable logic controller allows you to ensure timely watering with the introduction of the necessary fertilizers and pesticides, control water consumption, fuel level in the generator set and other parameters. It is possible to configure SMS alerts on mobile phones of the staff. The implemented module of the intelligent-advising system allows changing the irrigation rate in accordance with the level of moisture reserves of the field areas in real time, based on the readings of sensors and weather stations, without human intervention*

УДК 622.691

## АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СРЕДНЕГО И ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ОТКАЗАХ НА ГАЗОПРОВОДАХ

**СОЛОВЬЕВА Елена Борисовна**, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

*В работе рассмотрены методы проектирования кольцевого газопровода среднего и высокого давления с учетом требований надежности.*

**Введение.** Главной задачей распределительной системы газоснабжения является ежечасовая подача газа потребителям. Кроме того, необходимо исключить возможность возникновения утечки газа из подземных газопроводов, которые могут при определенных условиях способствовать образованию газозвушной смеси [1, 5]. Системы газораспределения предназначены снабжать потребителей определенным количеством газа.

Основным критерием надежности систем газораспределения является вероятность их безопасной работы в течение заданного времени  $P(t)$ .

Отказ элементов систем газораспределения связан с возможностью возникновения значи-

тельных трудностей для потребителей, особенно это сказывается при низких температурах наружного воздуха. При выходе из строя участка газопровода приходится отключать районные котельные, жилые дома, коммунальные предприятия, что приводит к ухудшению условий жизнедеятельности [4].

Поэтому при проектировании системы газораспределения необходимо предусмотреть варианты, которые бы снизили вероятность отключения потребителей от газопроводов [2, 3].

При проектировании систем газораспределения применяют следующие методы: переход от тупиковой к кольцевой сети; секционирование;

