

Разработка интеллектуальной системы управления поливом для экспериментального семеноводства

Сергей Мударисович Бакиров¹, Ольга Валентиновна Михеева¹, Дмитрий Александрович Колганов¹,
Иван Александрович Михеев², Елена Борисовна Соловьева³

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», г. Санкт-Петербург, Россия

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия
e-mail: s.m.bakirov@mail.ru

Аннотация. В статье представлена разработка интеллектуальной системы управления поливом для экспериментального семеноводства, программа, необходимые для пояснения рисунки

Ключевые слова: влажность; урожайность; программа; интеллектуальная система управления

Для цитирования: Бакиров С. М., Михеева О. В., Колганов Д. А., Михеев И. А., Соловьева Е. Б. Разработка интеллектуальной системы управления поливом для экспериментального семеноводства // Аграрный научный журнал. 2023. № 2. С. 108–111. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp108-111>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Development of an intelligent control system for experimental seed production

Sergei M. Bakirov¹, Olga V. Mikheeva¹, Dmitry A. Kolganov¹, Ivan A. Mikheev¹, Elena B. Solovyova³

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education “St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics”, St. Petersburg, Russia

³ Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
e-mail: s.m.bakirov@mail.ru

Abstract. The article presents the development of an intelligent control system for experimental seed production, the program, the drawings necessary for explanation.

Keywords: humidity; productivity; program; intelligent control system.

For citation: Bakirov S. M., Mikheeva O. V., Kolganov D. A., Mikheev I. A., Solovyova E.B. Development of an intelligent control system for experimental seed production. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(2):108–111. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp108-111>.

Введение. Семеноводство всегда являлось важнейшей отраслью в стране. Без качественных семян невозможно получение качественного урожая сельскохозяйственных культур. Качественная семеноводческая база является достоянием страны и гарантией будущих поколений.

В настоящее время с учетом современных требований возникла необходимость в цифровизации процессов, влияющих на получения гарантированных устойчивых урожаев.





Рис. 1. Испытание датчика влажности почвы в лаборатории



Рис. 2. Модель устанавливаемой на поле системы



Рис. 3. Полевые испытания

ки. Метки устанавливались в наиболее характерных точках рельефа, а также по центру и на краю поля, что позволило наиболее достоверно оценить картину влажности в корнеобитаемом слое почвогрунтов.

После установки датчиков влажности была проведена проверка работы интеллектуальной системы управления поливом (рис. 4).

Результаты исследований. Определение даты полива является сложной задачей, так как на принятие решения дейст-

Цель исследования – разработка роботизированной интеллектуальной системы управления поливом для экспериментального земледелия.

Методика исследований. На получение урожайности культуры влияет большое количество факторов. Одним из таких факторов является влажность почвогрунтов. В условиях Саратовской области затруднительно получение высоких, гарантированных урожаев культур используя только природные осадки, необходимо предусматривать систему дополнительного орошения культур, с использованием современных средств цифровизации, роботизации и механизации [1–3, 7, 8].

Внедрение интеллектуальной системы управления поливом проводилось на орошаемом участке УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Вавиловского университета.

Для управления влажностью почвы были использованы датчики влажности, которые устанавливались в корнеобитаемом слое почвы на глубине 20 и 40 см. Датчики влажности были испытаны в лабораторных и полевых условиях. Сопоставление показателей влажности, полученных термостатно-весовым способом с данными, полученными с датчиков, позволили осуществить калибровку датчиков, применительно к условиям Саратовской области [4, 5, 9–11].

На рис. 1 представлен, используемый в работе датчик влажности почвы.

После калибровки датчики были установлены на опытном поле, где показали хорошую достоверность результатов.

В состав модели входит GSM-модуль, для передачи информации на телефон, планшет (и другие устройства способные принимать SMS сообщения), плата заряда аккумулятора, а также повышающий преобразователь для обеспечения питания микроконтроллера (рис. 2). Система собрана на базе Arduino, способна заряжаться от блока солнечных батарей или работать автономно от аккумулятора напряжением 3,7 В [6, 12].

На рис. 3 показаны метки, где были установлены датчи-



Рис. 4. Проверка системы интеллектуального управления поливом на дождевальном поливальной машине «Каскад»

вуют множество факторов: погодные условия, способность почвы накапливать влагу, свойства поверхностного слоя, стадия вегетации растений. В этих условиях важно рационально использовать водный ресурс и экономить затраты на подачу воды.

Новый уникальный способ управления поливом дождевальными машинами кругового и фронтального действия включает в себя измерение влажности почвы за период, предшествующий очередному поливу, построение математических моделей запасов почвенной влаги и динамики запаса почвенной влаги. Влажность почвы измеряется автономными датчиками, расположенными на верхних и нижних отметках микрорельефа площади, охватываемой дождевальной машиной кругового или фронтального действия, и снабженными передатчиками радиосигнала с радиусом действия до 30 км, установленными в почву на глубину от 10 до 60 см. По спутниковой связи ГЛОНАСС данные передаются на серверный компьютер, который, обрабатывая данные с датчиков, определяет приоритетный датчик и прогнозирует за 12–24 часа дату следующего полива, оповещает владельца водоема и насосной станции, оператора насосной станции, владельца дождевальной машины, оператора дождевальной машины о поливе через 12–24 ч [13–15].

Новая адаптированная совокупность математических моделей позволила определить даты полива, что необходимо при назначении режима орошения [2–4, 16].

На рис. 5 представлена часть кода программы, которая собирает данные с датчиков почвы и отправляет их путем SMS сообщения пользователям.

На рис. 6 представлены данные, который видит пользователь на своем телефоне.

Заключение. Разработанная интеллектуальная система управления поливом на базе отечественной дождевальной машины «Каскад» позволяет определять фактическую влажность почвы на разных глубинах, прогнозировать дату следующего полива и оповещать владельца оросительной системы о назначении даты полива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдразаков Ф.К., Затинацкий С.В., Михеева О.В., Серебренников Ф.В. Исследования нормирования орошения озимой пшеницы расчетной обеспеченности по дефициту водного баланса зоны недостаточного и неустойчивого увлажнения // Аграрный научный журнал. 2018. № 11. С. 46–51.
2. Портнов С.А., Михеева О.В., Михеев И.А. Автоматическая система полива декоративных растений в закрытом грунте на базе Arduino // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 58–60.
3. Абдразаков Ф.К., Михеева О.В., Серебренников Ф.В. Гидрофизические функции почвогрунтов саратовского Заволжья // Аграрный научный журнал. 2019. № 8. С. 64–68.
4. Абдразаков Ф.К., Михеева О.В., Серебренников Ф.В., Михеев И.А. К вопросу об автоматизации системы орошения и полива в открытом грунте // Аграрный научный журнал. 2019. № 5. С. 70–73.
5. Suwandana E., Kawamura K., Sakuno Y., Kustiyanto E. Thematic information content assessment of the ASTER GDEM: A case study of watershed delineation in West Java, Indonesia // Remote Sensing Letters. 2012. Vol. 3(5). P. 423–432.
6. Omid M. H., Karbasi M., Farhoudi J. Effects of bed-load movement on flow resistance over bed forms // Sadhana. 2010. Vol. 35. No 6. P. 681–691.
7. Lai J-S., Guo W-D., Lin G-F., Tan Y-C. A well-balanced upstream flux-splitting finite-volume scheme for shallow-water flow simulations with irregular bed topography // International Journal for Numerical Methods in Fluids. 2010. Vol. 62. No. 8. P. 927–944.

```
#include <SoftwareSerial.h>

#define analogPin 0

String PHONE = «»;
String msg;

SoftwareSerial sim800(8, 9);

String sendATCommand(String cmd, bool waiting)
{
String _resp = «»;
Serial.println(cmd);
sim800.println(cmd);
if (waiting)
{
_resp = waitResponse();
if (_resp.startsWith(cmd))
{
_resp = _resp.substring(_resp.indexOf(«\r»), cmd.length() + 2);
}
}
Serial.println(_resp);
}
return _resp;
```

Рис. 5. Часть кода программы, которая определяет влажность почвогрунтов и передает показатели на телефон пользователя



Рис. 6. Данные влажность, которые получает пользователь на телефон, планшет (или другое устройство, поддерживающее SMS – сообщения)



8. Kesserwani G., Liang Q. Well-balanced RKDG2 solutions to the shallow water equations over irregular domains with wetting and drying // *Computers & Fluids*. 2010. Vol. 39. No. 10. pp. 2040–2050.

9. Хожанов Н.Н., Турсунбаев Х.И. Методология расчета поливной нормы сельскохозяйственных культур. *The scientific heritage*. 2021. No 59. С. 51–54.

10. Контроллер режимов параллельной работы аккумуляторной и солнечной батарей для питания дождевальной машины / Елисеев Сергей Сергеевич, Бакиров Сергей Мударисович, Трушкин Владимир Александрович, Соловьев Дмитрий Александрович // Патент на изобретение 2772979 С1, 30.05.2022. Заявка № 2021109693 от 08.04.2021.

11. Шадских В.А., Затицкий С.В., Корсак В.В., Туктаров Р.Б. Геоинформационная база данных управления орошением земель Марковского района Саратовской области // *Научная жизнь*. 2015. № 1. С. 82–93.

12. Шмарин Н.В. Система автоматического полива растений в закрытом грунте на базе аппаратной платформы Arduino // *Science and education: problems and innovations: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф.* 2019. С. 68–70.

13. Бакиров С.М., Карпучин Р.К. Оценка надежности системы автоматического управления уровнем воды в теплице // *Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Нац. конф. с междунар. участием.* Саратов, 2022. С. 255–259.

14. Островский Н.В., Ванжа В.В., Самойлюков Ю.Н., Бандурин М.А., Дегтярева Е.В. Эффективные решения по автоматизации локализованных ирригационных систем // *Аграрный научный журнал*. 2021. № 11. С. 102–107.

15. Bogdanov A.N., Danilov V.A., Hallyyev I.A. Prototyping for the development of practical skills of students in automation and robotics // *Proceedings of the 2022 4th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering, REEPE 2022*. 4. 2022.

16. Kostarev S.N., Sereda T.G., Novikov A.V., Kochinov Y.A., Kochinova T.V. Development of an automaton based on rigid logic to control the irrigation system // *Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations.* Krasnoyarsk, Russia, 2021. С. 32014.

REFERENCES

1. Abdrazakov F.K., Zatinatsky S.V., Mikheeva O.V., Serebrennikov F.V. Investigation of the rationing of winter wheat irrigation with estimated supply according to the deficit of the water balance in the zone of insufficient and unstable moisture. *The agrarian scientific journal*. 2018; 11: 46–51.

2. Portnov S.A., Mikheeva O.V., Mikheev I.A. Automated irrigation system for indoor ornamental plants based on Arduino. *The agrarian scientific journal*. 2018; 1: 58–60.

3. Abdrazakov F.K., Mikheeva O.V., Serebrennikov F.V. Hydrophysical functions of soils of the Saratov Trans-Volga region. *The agrarian scientific journal*. 2019; 8: 64–68.

4. Abdrazakov F.K., Mikheeva O.V., Serebrennikov F.V., Mikheev I.A. On the issue of automation of the irrigation and irrigation system in open ground. *The agrarian scientific journal*. 2019; 5: 70–73.

5. Suwandana E., Kawamura K., Sakuno Y., Kustiyanto E. Thematic information content as-sessment of the ASTER GDEM: A case study of watershed delineation in West Java, Indonesia. *Remote Sensing Letters*. 2012; 3(5): 423–432.

6. Omid M. H., Karbasi M., Farhoudi J. Effects of bed-load movement on flow resistance over bed forms. *Sadhana*. 2010; 35; 6: 681–691.

7. Lai J-S., Guo W-D., Lin G-F., Tan Y-C. A well-balanced upstream flux-splitting finite-volume scheme for shallow-water flow simulations with irregular bed topography. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*. 2010; 62; 8: 927–944.

8. Kesserwani G., Liang Q. Well-balanced RKDG2 solutions to the shallow water equations over irregular domains with wetting and drying. *Computers & Fluids*. 2010; 39; 10: 2040–2050.

9. Khozhanov N.N., Tursunbaev Kh.I. Methodology for calculating the irrigation rate of agricultural crops. *The scientific heritage*. 2021; 59: 51–54.

10. Controller for the parallel operation of accumulator and solar batteries for powering a sprinkling machine / Eliseev Sergey Sergeevich, Bakirov Sergey Mudarisovich, Trushkin Vladimir Alexandrovich, Solovyov Dmitry Alexandrovich // Patent for invention 2772979 C1, 05/30/2022. Application No. 2021109693 dated 04/08/2021.

11. Shadskikh V.A., Zatinatsky S.V., Korsak V.V., Tuktarov R.B. Geoinformation database of land irrigation management in the Marxovsky district of the Saratov region. *Scientific life*. 2015; 1: 82–93.

12. Shmarin N.V. Automatic watering system for plants in greenhouses based on the Arduino hardware platform. *Science and education: problems and innovations: articles of the International scientific-practical. conf.* 2019: 68–70.

13. Bakirov S.M., Karpukhin R.K. Assessment of the reliability of the automatic control system for the water level in the greenhouse. *Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XII Nat. conf. with international participation.* Saratov, 2022: 255–259.

14. Ostrovsky N.V., Vanzha V.V., Samoylyukov Yu.N., Bandurin M.A., Degtyareva E.V. Effective solutions for automation of localized irrigation systems. *The agrarian scientific journal*. 2021; 11: 102–107.

15. Bogdanov A.N., Danilov V.A., Hallyyev I.A. Prototyping for the development of practical skills of students in automation and robotics. *Proceedings of the 2022 4th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering, REEPE*. 2022; 4: 2022.

16. Kostarev S.N., Sereda T.G., Novikov A.V., Kochinov Y.A., Kochinova T.V. Development of an automaton based on rigid logic to control the irrigation system. *Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations.* Krasnoyarsk, Russia, 2021: 32014.

Статья поступила в редакцию 7.10.2022; одобрена после рецензирования 17.11.2022; принята к публикации 30.11.2022. The article was submitted 7.10.2022; approved after reviewing 17.11.2022; accepted for publication 30.11.2022.

