

Научная статья  
УДК 631.67  
doi: 10.28983/asj.y2023i9pp139-143

### Разработка программы расчета поливных норм по доступным влагозапасам

**Борис Викторович Фисенко<sup>1</sup>, Ольга Валентиновна Михеева<sup>1</sup>, Иван Александрович Михеев<sup>2</sup>**

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

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

e-mail: fb79@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлена разработка программы расчета поливных норм с использованием доступных влагозапасов.

**Ключевые слова:** влажность завядания; наименьшая влагоемкость; поливная норма; доступные влагозапасы; программа.

**Для цитирования:** Фисенко Б. В., Мизеева О. В., Михеев И. А. Разработка программы расчета поливных норм по доступным влагозапасам // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 139–143. [http: 10.28983/asj.y2023i9pp139-143](http://10.28983/asj.y2023i9pp139-143).

### AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

### Development of a program for calculation of irrigation rates by available moisture reserves

**Boris V. Fisenko<sup>1</sup>, Olga V. Mikheeva<sup>1</sup>, Ivan A. Mikheev<sup>2</sup>**

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

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

e-mail: fb79@mail.ru

**Abstract.** The article presents the development of a program for calculating irrigation rates using available moisture reserves.

**Key words:** Wilting humidity; lowest moisture capacity; irrigation rate; available moisture reserves; program.

**For citation:** Fisenko B.V, Mikheeva O.V., Mikheev I.A. Development of a program for calculation of irrigation rates by available moisture reserves // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(9):139–143. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i9pp139-143](http://10.28983/asj.y2023i9pp139-143).

**Введение.** Корректное назначение поливных норм в условиях орошаемого земледелия является одним из ведущих путей получения гарантированного урожая. Известно, что Поволжье, в частности Саратовская область, входит в зону рискованного земледелия, поэтому без нормированного орошения сложно получить гарантированные устойчивые урожаи культур. Засушливый климат Саратовского Заволжья предполагает, что культура в различные фазы вегетации должна получить разное количество воды. Однако бывает довольно затруднительно определить необходимую предполивную влажность почвогрунтов, гораздо разумнее привязаться к значениям наименьшей влагоемкости и влажности завядания культур, т.к. эти величины легко определимы, это позволит избежать неоднозначности во мнениях по нормированию орошения сельскохозяйственных культур.

В условиях цифровизации возникла необходимость в программах, которые могут накапливать большой массив данных и рассчитывать поливные нормы исходя из потребностей культуры.

Цель исследований – разработать программу расчета поливных норм с учетом доступных влагозапасов.





**Методика исследований.** За основу создания программы расчета поливных норм была взята методика расчета поливных норм с использованием доступных влагозапасов. Известно, что если рассмотреть корнеобитаемый слой почвы, то гранулометрический состав почвогрунтов по глубине будет изменяться, что будет влиять на количество воды, которое необходимо подать культуре. Метод расчета поливных норм с использованием доступных влагозапасов позволяет нормировать орошение без привязки к типам почв, которые изменяются по глубине, но с учетом фаз вегетации культур. Методика была апробирована на озимой пшенице в 2006 г. и показала хорошие результаты для условий Саратовского Заволжья.

Используя данную методику, поливную норму можно рассчитать по следующей формуле:

$$m_{\text{н}} = 100 \gamma h_w (1 - \beta_{\text{РВП}}) \cdot (\omega_{\text{FC}} - \omega_{\text{РВП}}), \quad (1)$$

где  $\gamma$  – плотность сложения почвы, г/см<sup>3</sup>;  $h_w$  – мощность расчетного слоя почвы;  $\beta_{\text{РВП}}$  – коэффициент, определяющий границу предполивной влажности почвы;  $\omega_{\text{FC}}$  – влажность, соответствующая наименьшей влагоемкости, % массы;  $\omega_{\text{РВП}}$  – влажность завядания, % массы.

$$\beta_{\text{РВП}} = \frac{W_{\text{cr}} - W_{\text{РВП}}}{W_{\text{FC}} - W_{\text{РВП}}} = \frac{100\gamma h_w \omega_{\text{cr}} - 100\gamma h_w \omega_{\text{РВП}}}{100\gamma h_w \omega_{\text{FC}} - 100\gamma h_w \omega_{\text{РВП}}} = \frac{\omega_{\text{cr}} - \omega_{\text{РВП}}}{\omega_{\text{FC}} - \omega_{\text{РВП}}} \quad (2)$$

где  $W_{\text{cr}}$  – влагозапасы в расчетном слое почвы при предполивной влажности, м<sup>3</sup>/га;  $W_{\text{РВП}}$  – влагозапасы в расчетном слое почвы, соответствующие влажности завядания;  $(W_{\text{FC}} - W_{\text{РВП}})$  – доступные влагозапасы.

При наличии большого количества данных по культурам и апробированных для различных культур коэффициентов  $\beta_{\text{РВП}}$  возможно создать мобильное приложение, которое позволит давать соответствующие рекомендации сельхозтоваропроизводителям.

Программа позволяет осуществлять и хранить данные расчета поливных норм в зависимости от культуры, фазы вегетации и характеристики участка произрастания.

**Результаты исследований.** Создана программа расчета поливных норм с использованием доступных влагозапасов. Программа имеет дружественный интерфейс, сохраняет все ранее введенные результаты и позволяет выбрать из ранее введенных данных подходящие случаи [1–4].

В программу расчета поливных норм по доступным влагозапасам необходимо ввести следующие данные: по культуре, району произрастания, фазе вегетации и корнеобитаемому слою, плотности почвы. Также необходимо ввести граничные значения влажности, а именно влажность завядания культуры и наименьшую влагоемкость [5, 6, 8]. Для каждого не введенного ранее случая необходимо обозначить значение коэффициента, определяющего нижнюю границу предполивной влажности почвы. Данная методика не привязывается к типу почв, а делает упор на различное водопотребление культур в течении вегетационного периода [14–16], что отражено в программе коэффициентом  $\beta_{\text{РВП}}$ .

На рис. 1 представлен интерфейс программы

Рис. 1. Интерфейс программы расчета поливных норм по доступным влагозапасам

Программа рассчитана на сбор полевых данных и дальнейшую их обработку, поэтому каждый из предыдущих вариантов сохраняется и может быть использован пользователем для расчетов применительно к конкретным условиям, если данные уже имеются в базе [7, 9–11].

Рис. 2 показывает вложения в каждой вкладке. Чем больше данных будет представлено, тем проще выбрать значения для своих условий.

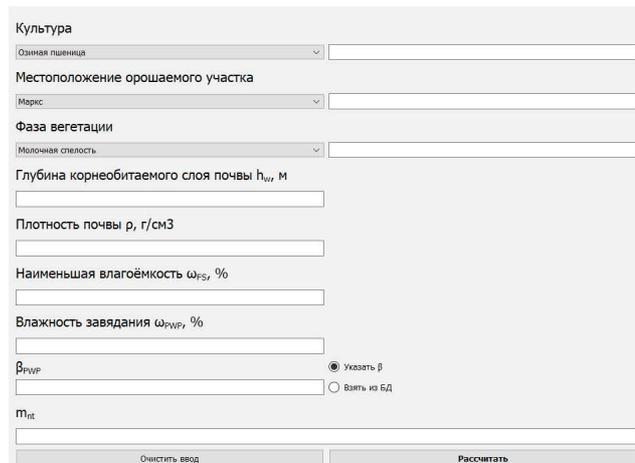


Рис. 2. Сохраненные вложения

На рис. 3 представлено результирующее значение поливной нормы, рассчитанное программой с использованием доступных влагозапасов. Программа выбирает значение коэффициента  $\beta_{рвп}$  из базы данных, опираясь на ранее введенные значения [12, 13].

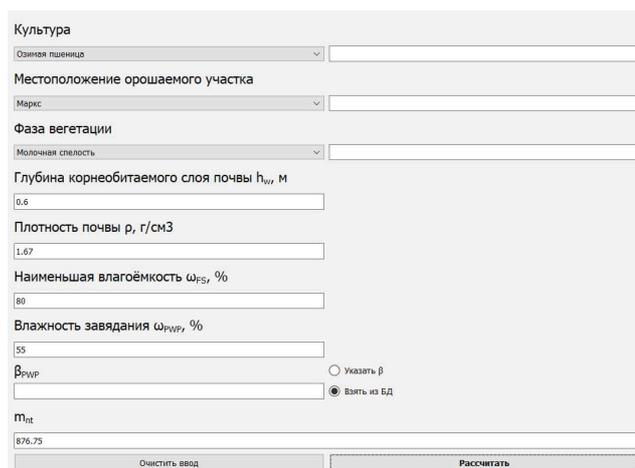


Рис. 3. Выбор коэффициента из базы данных

Программа написана на языке Python. Python – это язык программирования, который широко используется в интернет-приложениях, разработке программного обеспечения, науке о данных и машинном обучении. Разработчики программного обеспечения часто используют Python для различных задач разработки и программных приложений, среди которых можно отметить, например, отслеживание ошибок в программном коде, автоматическую сборку программного обеспечения, управление программными проектами, разработку прототипов программного обеспечения.

Выбор данного языка программирования определялся простотой и доступностью подачи кода, а также возможностью использовать большое количества встроенных библиотек, что облегчает работу с программным кодом.

На рис. 4 представлен отрывок кода программы.

**Заключение.** Разработанная программа позволяет набирать базу данных, рассчитывать поливные нормы в зависимости от фаз вегетации с использованием доступных влагозапасов. Данный расчет не привязан к разнородности гранулометрического состава почвогрунтов, позволяет наиболее оптимально провести расчет, не привязываясь к нижней границе влажности, что бывает затруднительным при назначении поливных норм в зависимости от фаз вегетации культуры.



```

def calculate(self):
    self.clear_error()
    if self.set_beta_button.isChecked():
        try:
            culture = self.culture_line.text()
            pos = self.pos_line.text()
            phase = self.phase_line.text()

            h = float(self.h_line.text())
            p = float(self.p_line.text())
            wfs = float(self.wfs_line.text())
            wpwp = float(self.wpwp_line.text())
            beta = float(self.beta_line.text())

        except ValueError as e:
            self.error()
            print(e)
            return

        ans = 100 * p * h * (1 - beta) * (wfs - wpwp)
        db_entry = (culture, pos, phase, h, p, wfs, wpwp, beta)
        self.database.execute("""INSERT INTO collected_data(culture, pos, phase, h, p, wfs, wpwp, beta)
VALUES(?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)""", db_entry)
        self.database.commit()
        self.ans_line.setText(str(ans))

    else:
        culture = self.culture_box.currentText()
        pos = self.pos_box.currentText()
        phase = self.phase_box.currentText()
        try:
            self.cursor.execute(
                """SELECT beta FROM collected_data WHERE culture=:culture AND pos=:pos AND phase=:phase""",
                {"culture": culture, "pos": pos, "phase": phase})
            beta = self.cursor.fetchone()[0]
        except TypeError as e:
            self.error("Информация в базе данных не найдена")
            print(e)
            return

```

Рис. 4. Отрывок кода программы

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследования нормирования орошения озимой пшеницы расчетной обеспеченности по дефициту водного баланса зоны недостаточного и неустойчивого увлажнения / Ф.К. Абдразаков [и др.] // 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. К вопросу об автоматизации системы орошения и полива в открытом грунте / Ф.К. Абдразаков [и др.] // 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., Farhodi 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.
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. P. 2040–2050.
9. Хожанов Н.Н., Турсунбаев Х.И. Методология расчета поливной нормы сельскохозяйственных культур // The scientific heritage. 2021. № 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. Геоинформационная база данных управления орошением земель Марковского района Саратовской области / В.А. Шадских [и др.] // 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., Карпухин Р.К. Оценка надежности системы автоматического управления уровнем воды в теплице // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазо-



снабжения и энергообеспечения: материалы XII Нац. конф. с междунар. участием. Саратов, 2022. С. 255–259.

14. Эффективные решения по автоматизации локализованных ирригационных систем / Н.В. Островский [и др.]. // 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. Studies of rationing irrigation of winter wheat with estimated supply according to the deficit of water balance in the zone of insufficient and unstable moisture / F.K. Abdrazakov [et al.] *Agrarian scientific journal*. 2018;11:46–51. (In Russ.).

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

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

4. On the issue of automation of the irrigation and irrigation system in the open ground / F.K. Abdrazakov [et al.] *Agrarian scientific journal*. 2019;5:70–73. (In Russ.).

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;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. (In Russ.).

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. (In Russ.).

11. Geoinformation database of land irrigation management in the Marksovsky district of the Saratov region / V.A. Shadskikh [et al.] *Scientific life*. 2015;1:82–93. (In Russ.).

12. Shmarin N.V. Automatic watering system for plants in greenhouses based on the Arduino hardware platform. *Science and education: problems and innovations*. 2019:68–70. (In Russ.).

13. Bakirov S.M., Karpukhin R.K. Reliability assessment of the automatic water level control system in the greenhouse. conf. with international participation. Saratov, 2022:255–259. (In Russ.).

14. Effective solutions for automation of localized irrigation systems / N.V. Ostrovsky et al. *Agrarian scientific journal*. 2021;11:102–107. (In Russ.).

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 15.02.2023; одобрена после рецензирования 21.07.2023; принята к публикации 30.07.2023.

The article was submitted 15.02.2023; approved after reviewing 21.07.2023; accepted for publication 30.07.2023.

