

Information about the authors**A. N. Ryzhakov** – Researcher;**D. V. Martynov** – Junior Researcher.*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**The authors declare no conflicts of interests.**Статья поступила в редакцию 28.04.2021; одобрена после рецензирования 18.05.2021; принята к публикации 26.05.2021.**The article was submitted 28.04.2021; approved after reviewing 18.05.2021; accepted for publication 26.05.2021.*

УДК 631.675; 631.671

Фактическое водопотребление как определяющий параметр эксплуатационного режима орошения**Владимир Игоревич Ольгаренко, Валерий Алексеевич Монастырский**

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

Аннотация. Цель исследований – обоснование использования фактического водопотребления как функции влагозапасов для расчета эксплуатационных режимов орошения различных сельскохозяйственных культур. Базой являлась серия полевых опытов, проводимых в 2012–2014 гг., а также аналитические исследования, определена схема опыта, почвенные и гидрометеорологические характеристики, динамика водного баланса, обеспеченность осадками и общая влагообеспеченность орошаемого массива, водопотребление по фазам развития картофеля летнего срока посадки. Устанавливаются критические пороги увлажнения (режима орошения), температуры и дефицита влажности воздуха, длительности вегетационного и межполивного периодов, на основании чего происходит расчет водопотребления выбранной культуры в зависимости от фазы роста. По имеющимся данным рассчитывается эксплуатационный режим орошения: поливная норма и разница влагозапасов, сравнение которых с критическим порогом позволяет сделать вывод о необходимости проведения полива либо спрогнозировать в близкой перспективе количество дней (до пяти), через которые полив будет необходим. Нормирование водопотребления на основании двух гидрометеорологических факторов, учитываемых по фазам роста и развития рассматриваемой культуры, позволяет обосновать фактический расчет соответствующих норм и сроков полива сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: влагозапасы, эксплуатационные режимы орошения, динамика влажности почвы, динамика фактического водопотребления, пойма Нижнего Дона

Actual water consumption as determining irrigation operating mode parameter**Vladimir Ig. Olgarenko, Valeriy A. Monastyrskiy**

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

Abstract. The purpose of the research is to substantiate the use of actual water consumption as a function of moisture reserves for calculating the irrigation operating modes of various crops. The basis was a series of field experiments conducted in 2012–2014, as well as

analytical studies, the scheme of the experiment, soil and hydrometeorological characteristics, water balance dynamics, precipitation and total moisture supply of the irrigated project, water consumption by the phases of potato development during the summer planting period were determined. Critical thresholds of humidification (irrigation regime), temperature and air humidity deficit, duration of the growing and inter-irrigation periods were determined, on the basis of which the water consumption of the selected crop is calculated depending on the growth phase. According to the available data, the irrigation operating mode is calculated: the irrigation rate and the difference in moisture reserves, the comparison of which with the critical threshold allows to conclude that irrigation is necessary or to predict in the near future the number of days (up to five) after which irrigation will be needed. Rationing of water consumption on the basis of two hydrometeorological factors, taken into account by the phases of growth and development of the crop under consideration, makes it possible to substantiate the actual calculation of the corresponding norms and terms of irrigation of agricultural crops.

Keywords: moisture reserves, irrigation operating modes, soil moisture dynamics, actual water consumption dynamics, the Lower Don floodplain

Введение. Значительной проблемой в планировании и организации орошаемого земледелия является разработка и обоснование эксплуатационных режимов орошения сельскохозяйственных культур. Это обусловлено прежде всего влиянием целого комплекса различных почвенно-климатических, агрофизических и других факторов воздействия среды на продуктивность культурного растения в частности или орошаемого агроландшафта в целом [1–5].

Необходимо отметить общую тенденцию к усложнению систем и моделей в мелиоративной науке в настоящее время. Это обуславливается неизбежной потребностью в серьезной аргументации рассматриваемых природно-антропогенных связей, увеличении количества соответствующих рабочих характеристик вместе с определением четкой их иерархии, что в итоге позволит не только обеспечить планирование текущих технологических процессов и оперативное управление ими, но и учесть принцип многозадачности в орошаемом земледелии [6–11].

Определение параметров эксплуатационных режимов орошения и нормирование водопотребления сельскохозяйственных культур позволяет обосновать наиболее важные критерии природопользования в условиях орошаемого земледелия, в то же время имеет большое значение для повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности населения, экологического баланса эксплуатируемого природного объекта [12] при учете разумных допусков к вызываемым антропогенным рискам, неизбежно проявляющимся при интенсивном и современном сельскохозяйственном производстве, что в итоге имеет высокую актуальность для развития мелиоративной науки и практики [13–17].

Целью исследований являлось обоснование использования фактического водопотребления как функции влагозапасов для расчета эксплуатационных режимов орошения различных сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы. Решению этой важной проблемы были посвящены экспериментальные исследования, проведенные в ООО «Агропредприятие «Бессергеновское» Октябрьского района Ростовской области при возделывании картофеля летнего срока посадки в условиях поймы Нижнего Дона в период 2012–2014 гг. Годы исследований по влагообеспеченности орошаемого массива за вегетационный период характеризовались по гидротермическому коэффициенту Г. Т. Селянинова как средневлажный, средний и среднесухой (соответственно 2012, 2013 и 2014 гг.) (коэффициент принимал значения 0,95; 0,65 и 0,34). В период вегетации выпало соответственно 162,8; 122,1; 65,2 мм осадков. Относительная влажность воздуха в среднем составила 51, 53 и 50 % соответственно. Сумма среднесуточных температур – 1781, 1837 и 1889 °С соответственно. Поливная норма составила 350 м³/га с поддержанием влажности 0,8–1,0 НВ

в расчетном слое почвы 0,6 м. Более детально динамика влагозапасов, гидрометеорологическая и почвенная характеристика рассматриваются в предыдущих работах [5, 18–23].

Результаты и обсуждение. Рассматриваемая проблема включает создание информационной базы данных, на основании которой происходит управление режимом орошения при возделывании сельскохозяйственных культур. Устанавливаются: культура, фазы роста и развития и их соответствующие показатели водопотребления, плотность сложения почвы, влажность почвы фактическая и при наименьшей влагоемкости, эффективные осадки, расчетный слой почвы вместе с выбором предполивной влажности, влагозапасы при наименьшей влагоемкости, при критическом пороге и фактические. Также необходимо учитывать длительность вегетационного периода, длительность межполивного периода, сумму среднесуточных температур воздуха и среднюю влажность воздуха за рассматриваемый период.

На основании полученных данных производится расчет эксплуатационного режима орошения (рисунок 1), который состоит из определения поливной нормы (m , мм) (блок 1) и разницы влагозапасов (ΔW , мм) (блок 2), их сравнение с влагозапасами при установленном критическом пороге ($W_{кр}$, мм) позволяет сделать вывод о необходимости проведения полива (блок 3), далее в блоках 4–7 вводятся: $T_{пр}$ – расчетное количество дней до полива, сут; t'_i – переменная для расчета количества дней до полива, натуральное число от 1 до 5; $\overline{\Delta ET}_i$ – среднесуточное водопотребление за рассматриваемую фазу, мм.

Предусмотрено, что в день окончания полива $W_{\phi} = W_{нв}$, тогда разница влагозапасов (ΔW , мм) не нуждается в инструментальном определении, а рассматривается как снижение фактических влагозапасов, равных влагозапасам при наименьшей влагоемкости, вследствие воздействия фактического водопотребления культуры, представленного криволинейной функцией суммы дефицитов влажности и температуры воздуха по фазам ее роста и развития, за установленное количество дней, прошедших после полива (блок 2).

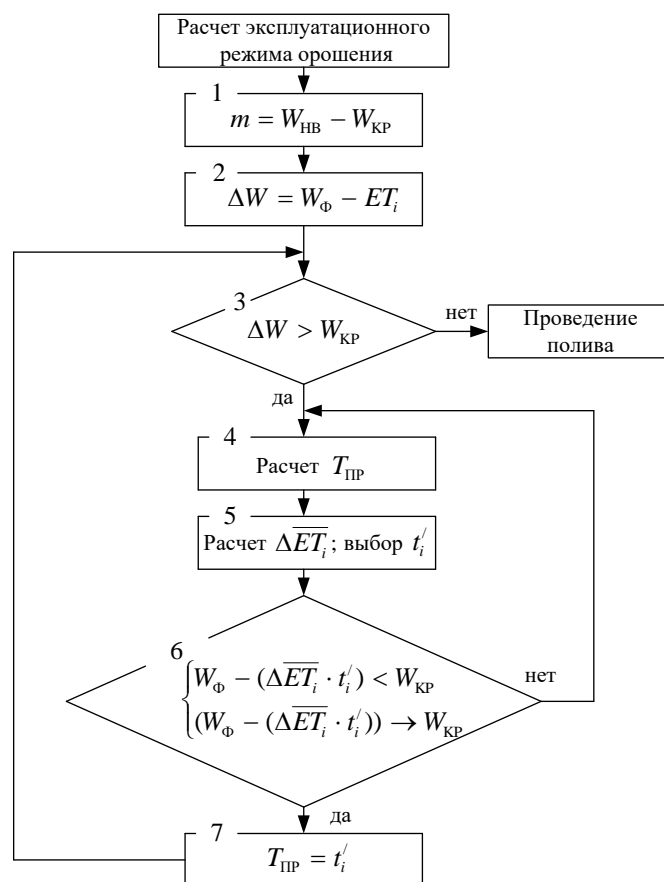


Рисунок 1 – Алгоритм расчета эксплуатационного режима орошения

Выводы. Анализ данных показал, что расчет эксплуатационного режима орошения, построенный на использовании суммы дефицитов влажности и суммы температур воздуха как основных параметров при расчете водопотребления и соответствующей разницы влагозапасов в системе, учитываемых по фазам роста и развития рассматриваемой культуры, позволяет обосновать фактические нормы и сроки полива сельскохозяйственных культур. Предусматривается не только расчет сроков проведения полива, но и прогноз водопотребления на ближайшую перспективу.

Список источников

1. Васильев С. М. Повышение экологической безопасности способов орошения для формирования устойчивых агроландшафтов в аридной зоне: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02. Волгоград, 2006. 35 с.
2. Лихацевич А. П. Использование обобщенной математической модели для анализа результатов многофакторных агрономических опытов // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 1. С. 19–23.
3. Бородычев В. В., Лытов М. Н. Техничко-технологические основы регулирования гидротермического режима агрофитоценоза в условиях орошения // Научная жизнь. 2019. Т. 14, № 10(98). С. 1484–1495. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-10-1484-1495.
4. Солодунов А. А., Бандурин М. А. Вопросы безопасной эксплуатации внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. тез. по материалам всерос. (нац.) конф. 2019. С. 492–493.
5. Васильев С. М., Ольгаренко В. Иг., Ольгаренко И. В. Теоретическое обоснование и расчет биоклиматических коэффициентов на примере возделывания картофеля летнего срока посадки // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2017. № 4(28). С. 37–19. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=506&id=509> (дата обращения: 28.03.2021).
6. Щедрин В. Н., Васильев С. М. Стратегические направления развития мелиоративного сектора в АПК // Стратегические направления развития АПК стран СНГ: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., г. Барнаул, 27–28 февр. 2017 г. Новосибирск: СФНЦ РАН, 2017. Т. 2. С. 167–169.
7. Васильев С. М., Домашенко Ю. Е. Регулирование управленческих процессов в структурированных проблемных ситуациях АПК // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 4. С. 12–13.
8. Васильев С. М., Митяева Л. А. Мониторинг орошаемого агроландшафта с учетом калибровки данных дистанционного зондирования в рамках геоинформационных технологий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. 2017. № 131. С. 216–231. URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/23.pdf> (дата обращения: 28.03.2021).
9. Ольгаренко И. В. Методология функционирования экологически сбалансированных оросительных систем // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2010. № 6(27). С. 181–186.
10. Эффективность ресурсосберегающих приемов возделывания лука репчатого при орошении в условиях Нижнего Поволжья / Е. В. Калмыкова, А. А. Новиков, Н. Ю. Петров, О. В. Калмыкова // Овощи России. 2020. № 1. С. 58–63.
11. Бубер А. Л., Бубер А. А., Бубер В. Б. Водоресурсное обеспечение мелиоративных систем // Основные результаты научных трудов института за 2017 год: сб. науч. тр. М.: ВНИИГиМ, 2018. С. 89–94.
12. Ольгаренко В. И., Ольгаренко Г. В., Ольгаренко И. В. Оптимизация процессов водопользования на основе методологии ландшафтно-экологического подхода: монография. Новочеркасск: Лик, 2019. 624 с.

13. Ольгаренко И. В. Информационные технологии планирования водопользования и оперативного управления водораспределением на оросительных системах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02. Саратов, 2013. 46 с.
14. Обоснование эффективности применения дождевальных машин / В. И. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко, Г. В. Ольгаренко, В. М. Игнатъев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. 2014. № 06(100). С. 956–973. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/16.pdf> (дата обращения: 28.03.2021).
15. Ольгаренко И. В. Оценка качества планирования и реализации водопользования на оросительных системах // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. № 4. С. 35–37.
16. Ольгаренко В. И., Ольгаренко И. В. Техничко-экономические показатели эффективности водопользования на оросительных системах // Природообустройство. 2009. № 4. С. 102–107.
17. Mbatha N., Xulu S. Time series analysis of MODIS-Derived NDVI for the Nluhluwe-Imfolozi Park, South Africa: Impact of recent intense drought // Climate. 2018. Vol. 6, iss. 4. Number of article: 95. <https://doi.org/10.3390/cli6040095>.
18. Long-term evapotranspiration rates for rainfed corn versus perennial bioenergy crops in a mesic landscape / M. Abraha, J. Chen, S. Hamilton, G. Robertson // Hydrological Processes. 2019. Vol. 34, iss. 3. P. 810–822. <https://doi.org/10.1002/hyp.13630>.
19. Водный баланс и урожайность посадок картофеля в условиях орошаемой поймы Нижнего Дона / В. И. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко, В. Иг. Ольгаренко, В. Т. Ткаченко // Вестник Алтайского государственного университета. 2019. № 6(176). С. 47–52.
20. Методика определения фактического водопотребления сельскохозяйственных культур на примере картофеля летнего срока посадки для условий аридной зоны юга России / В. И. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко, В. Иг. Ольгаренко, С. Д. Дзезюра // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2020. № 2(38). С. 18–34. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=660&id=662> (дата обращения: 28.03.2021). DOI: 10.31774/2222-1816-2020-2-18-34.
21. Ольгаренко В. Иг. Управление орошением картофеля летнего срока посадки на пойменных землях Нижнего Дона: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02. Саратов, 2016. 20 с.
22. Обоснование эффективности планирования технологических процессов водопользования и оперативное управление водораспределением на базе использования метода Монте-Карло / В. И. Ольгаренко, И. Ф. Юрченко, И. В. Ольгаренко, Г. Г. Костюнин, М. С. Эфендиев, В. Иг. Ольгаренко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2018. № 1(29). С. 49–66. URL: <http://rosniipm-sm.ru/article?n=913> (дата обращения: 28.03.2021).
23. Ольгаренко В. И., Ольгаренко И. В., Ольгаренко В. Иг. Оценка эффективности использования отечественной дождевальной техники // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2015. Т. 1. С. 8–14.

Информация об авторах

В. Иг. Ольгаренко – старший научный сотрудник, кандидат технических наук;
В. А. Монастырский – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

V. Ig. Olgarenko – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences;
V. A. Monastyrskiy – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.05.2021; одобрена после рецензирования 25.05.2021; принята к публикации 31.05.2021.

The article was submitted 14.05.2021; approved after reviewing 25.05.2021; accepted for publication 31.05.2021.