

# Технологии и техника орошения картофеля в Российской Федерации

Technologies and techniques for irrigating potatoes in the Russian Federation

Ольгаренко Г.В., Булгаков В.И., Капустина Т.А.,  
Медведева Е.В.

Olgarenko G.V., Bulgakov V.I., Kapustina T.A., Medvedeva E.V.

## Аннотация

## Abstract

Цель исследований: обоснование и разработка научно-методических рекомендаций по технологиям и технике орошения картофеля, обеспечивающих рациональное использование интегральных ресурсов, биоклиматического потенциала природно-климатических зон РФ и экологической безопасности сельхозпроизводства. При проведении научно-исследовательской работы использовали теоретические, информационно-аналитические, статистические и социально-экономические методы исследований. Научные и статистические исследования, ретроспективный анализ и оценку результатов развития и эффективности орошения выполняли на основе изучения научно-методических и нормативно-технических публикаций, имеющихся в открытом доступе, а также отчетов исследователей и образцователей сельхозорганизаций. В работе применяли методики и алгоритмы, разработанные ФГБНУ ВНИИ «Радуга» на основе проведения научно-производственных и информационно-аналитических исследований режимов орошения с.- х. культур и апробации при проектировании и эксплуатации оросительных систем в течение последних 30 лет, в различных природно-климатических зонах страны. Нормирование и расчет режимов орошения производили на основе определения суммарного водопотребления (суммарное испарение) с использованием биоклиматического метода. При расчетах этого показателя использовали зональные биоклиматические коэффициенты К<sub>би</sub>, которые по периодам вегетации отражают биологические ритмы роста и развития растений. В результате была обоснована и разработана методология нормирования водопотребления и процесса орошения агробиоценозов картофеля, включающая методику оценки и районирования территории по коэффициенту природной тепло-влажностной обеспеченности (К<sub>ув</sub>), методики, базы данных, алгоритмы и расчетные модели для определения эвапотранспирации и режимов орошения картофеля. Представлена основная номенклатура технических средств и ирригационного оборудования, отвечающих современному уровню научно-технического развития, которые могут быть использованы для орошения картофеля. Планирование и реализация дифференцированных в пространстве и времени оросительных норм обеспечат рациональное использование водных ресурсов, приведут к снижению затрат на эксплуатацию оросительных систем, повышению эффективности производства и улучшению экологической ситуации в орошаемом земледелии.

The purpose of the research is to substantiate and develop scientific and methodological recommendations on potato irrigation technologies and techniques that ensure the rational use of integral resources, the bioclimatic potential of natural and climatic zones of the Russian Federation and the environmental safety of agricultural production. Theoretical, information-analytical, statistical and socio-economic research methods were used in conducting research work. Scientific and statistical studies, retrospective analysis and evaluation of the results of irrigation development and efficiency were carried out on the basis of the study of scientific and methodological and regulatory and technical materials available in the public domain, as well as scientific publications, the results of scientific and technical activities of research and educational organizations. The methods and algorithms developed by the Federal State Research Institution All-Russia Scientific and Research Institute for Irrigation and Farming Water Supply Systems «Raduga» were used in the work on the basis of scientific and production and information and analytical studies of agricultural irrigation regimes. crops and testing in the design and operation of irrigation systems over the past 30 years, in various natural and climatic zones of the country. Normalization and calculation of irrigation regimes were carried out on the basis of determination of total water consumption (total evaporation), using the bioclimatic method. When calculating this indicator, zonal bioclimatic coefficients C<sub>bi</sub> were used, which reflect the biological rhythms of plant growth and development during the growing season. As a result, a methodology for rationing water consumption and irrigation of potato agrobiocenoses was substantiated and developed, including a methodology for assessing and zoning the territory according to the coefficient of natural heat and moisture availability of (C<sub>ma</sub>), methods, databases, algorithms and computational models for determining evapotranspiration and irrigation regimes of potatoes. The main nomenclature of technical means and irrigation equipment meeting the modern level of scientific and technological development, which can be used for potato irrigation, is presented. Planning and implementation of irrigation norms differentiated in space and time will ensure the rational use of water resources, will lead to a reduction in the cost of operating irrigation systems, increase production efficiency and improve the environmental situation in irrigated agriculture.

**Ключевые слова:** технологии орошения, испаряемость, суммарное водопотребление, планирование орошения, нормы и режимы орошения, поливная норма, влажность почвы, коэффициент природного увлажнения.

**Key words:** irrigation technologies, evaporability, total water consumption, irrigation planning, irrigation norms and regimes, irrigation rate, soil moisture, natural moisture coefficient.

**Для цитирования:** Технологии и техника орошения картофеля в Российской Федерации / Г.В. Ольгаренко, В.И. Булгаков, Т.А. Капустина, Е.В. Медведева // Картофель и овощи. 2022. №6. С. 26-29. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.34.93.004>

**For citing:** Technologies and techniques for irrigating potatoes in the Russian Federation. G.V. Olgarenko, V.I. Bulgakov, T.A. Kapustina, E.V. Medvedeva. Potato and vegetables. 2022. No6. Pp. 26-29. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.34.93.004> (In Russ.).

Развитые в с.- х. плане регионы Российской Федерации располагаются в основном в засушливых почвенно-климатических зонах, охватывающих до 70% земель сельскохозяйственного назначения. В результате

развития засухи происходит снижение продуктивности агробиоценозов, что приводит к снижению уровня и устойчивости с.- х. производства. Ежегодные потери сельского хозяйства, вызванные негативными эколо-

гическими процессами, составляют до 47,0 млн т зерна, из которых 24,1 млн т (более 50%) вызвано засушливыми явлениями. В 2021 году валовой сбор картофеля составил 6,6 млн т, сбор овощей открытого грунта –

5,1 млн т (на 2,9 и 6,1% ниже уровня 2020 года соответственно). В результате чрезвычайных ситуаций природного характера ущерб, причиненный с.-х. товаропроизводителям, составил не менее 7,87 млрд р. [1, 2].

С другой стороны, в среднем по Российской Федерации в условиях орошаемого земледелия урожайность с.-х. угодий значительно увеличивалась по сравнению с богарными землями: на овощных культурах и картофеле – с 20 до 40 т/га, на плодовых и ягодных культурах – с 14 до 20 т/га [3]. Таким образом, орошаемое земледелие – важный фактор, обеспечивающий устойчивое, эффективное и конкурентоспособное сельхозпроизводство в условиях засушливого климата Российской Федерации.

Цель исследований: обоснование и разработка научно-методических рекомендаций по технологиям и технике орошения картофеля, обеспечивающих рациональное использование интегральных ресурсов, биоклиматического потенциала природно-климатических зон РФ и экологической безопасности сельхозпроизводства.

При проведении научно-исследовательской работы использовали теоретические, информационно-аналитические, статистические и социально-экономические методы исследований. Научные и статистические исследования, ретроспективный анализ и оценку результатов развития и эффективности орошения выполняли на основе изучения научно-методических и нормативно-технических публикаций, имеющихся в открытом доступе, а также отчетов исследовательских и образовательных организаций. В работе применяли методики и алгоритмы, разработанные ФГБНУ ВНИИ «Радуга» на основе проведения научно-производственных и информационно-аналитических исследований режимов орошения с.-х. культур и апробации при проектировании и эксплуатации оросительных систем в течение последних 30 лет, в различных природно-климатических зонах страны.

По статистическим сборникам Минсельхоза РФ, в среднем за последние пять лет площадь посадки картофеля в хозяйствах всех категорий составила около 1475 тыс. га [4].

Государственными гидромелиоративными системами всего орошено 1405 тыс. га (100%), из которых овощные культуры и картофель составили 228,4 тыс. га (16,5%) [2,

4]. Максимальные площади орошаемых земель с посадками картофеля приходится на Приволжский федеральный округ – 71,8 тыс. га, Северо-Кавказский федеральный округ – 28,5 тыс. га, Южный федеральный округ – 21,4 тыс. га, Сибирский федеральный округ – 27,8 тыс. га.

Установлено, что прибавка урожайности картофеля на орошаемых землях по сравнению с богарной на высоком агротехническом фоне может увеличиваться в 2–3 раза [3, 5]. В производственных условиях в орошаемых севооборотах урожайность этой культуры составила: в Центральном федеральном округе – 32–38 т/га, в Центрально-Черноземных областях европейской части и Сибири – 35–40 т/га, в южных регионах России – 38–45 т/га. Урожайность картофеля на богаре в среднем по РФ – 15,6 т/га, а средняя на мелиорированных землях – 27,8 т/га (при максимальной 45,0 т/га и минимальной 17,5 т/га). Продуктивность орошаемого гектара в средние по тепло-влагообеспеченности годы в 2,5–3 раза превышает продуктивность богарного гектара, а в засушливые годы с поливного гектара получают в 3–5 раз больше картофеля, чем с богарного гектара [6].

Развитие гидромелиорации и систем орошаемого земледелия обеспечивает высокий и стабильный уровень продуктивности сельхозугодий. Потенциальные возможности орошаемого земледелия достигаются только при реализации рациональных режимов орошения, учитывающих конкретные почвенно-климатические и организационно-хозяйственные условия, на фоне высших аграрных технологий [7].

Один из основных методических подходов для нормирования орошения агробиоценозов, в том числе картофеля, – биоклиматический метод, который устанавливает взаимосвязи биологических особенностей развития растений с гидрометеорологическими, почвенными и гидрологическими условиями природно-климатической зоны размещения агробиоценоза.

Во ФГБНУ ВНИИ «Радуга» обоснована и разработана методология нормирования водопотребления и процесса орошения агробиоценозов, включающая: методику оценки и систематизации территориальных комплексов агроландшафта по тепло-влагообеспеченности (в качестве критерия используется коэффициент тепло-влагообеспеченности –  $K_{\text{ув}}$ ), методики, базы данных, алгоритмы и расчетные модели для определения эвапотранспирации и режимов орошения с.-х. культур, в том числе овощных культур и картофеля. С учетом пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических параметров и обеспечения экологической безопасности технологического процесса орошения разработан национальный стандарт Российской Федерации – ГОСТ Р 58331.3–2019.

Нормирование и расчет режимов орошения производили на основе определения суммарного водопотребления (суммарное испарение) с использованием биоклиматического метода. При расчетах суммарного водопотребления использовали зональные биоклиматические коэффициенты ( $K_{\text{би}}$ ), которые по периодам вегетации отражают биологические ритмы роста и развития растений. Биоклиматические коэффициенты

**Таблица 1. Оросительные нормы нетто (мм) картофеля в разные по влажности (обеспеченности) годы на территории Центрального федерального округа (ЦФО)**

| Природная зона                     | $K_{\text{ув}}$ | Дефициты водного баланса (оросительные нормы) в различные по влажности годы, мм |     |     |     |
|------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
|                                    |                 | 25%                                                                             | 50% | 75% | 95% |
| Центрально-Черноземные области ЦФО |                 |                                                                                 |     |     |     |
| степная                            | 0,41–0,50       | 90                                                                              | 140 | 185 | 240 |
| лесостепная                        | 0,51–0,80       | 75                                                                              | 120 | 165 | 220 |
| лесостепная, переходящая в лесную  | > 0,80          | 50                                                                              | 90  | 140 | 195 |
| Нечерноземная зона ЦФО             |                 |                                                                                 |     |     |     |
| лесная (смешанные леса)            | 0,81–0,90       | 40                                                                              | 85  | 130 | 170 |
|                                    | 0,91–1,00       | 30                                                                              | 65  | 105 | 150 |
|                                    | 1,01–1,10       | 25                                                                              | 40  | 75  | 115 |
|                                    | 1,11–1,20       | 20                                                                              | 40  | 75  | 115 |
| лесная                             | > 1,20          | 10                                                                              | 25  | 50  | 95  |

Таблица 2. Оросительные нормы нетто (мм) картофеля по климатическим зонам

| Природно-климатическая зона         | Дефицит обеспеченности, % |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                     | 5%                        | 25% | 50% | 75% | 85% | 95% |
| Северо-Кавказский федеральный округ |                           |     |     |     |     |     |
| сухостепная                         | 145                       | 220 | 270 | 310 | 340 | 380 |
| умеренная степь                     | 60                        | 140 | 190 | 230 | 250 | 300 |
| лесостепь                           | 20                        | 40  | 70  | 120 | 150 | 200 |
| лесная                              | 0                         | 20  | 40  | 80  | 100 | 120 |
| Приволжский федеральный округ       |                           |     |     |     |     |     |
| сухая степь                         | 140                       | 190 | 230 | 280 | 330 | 370 |
| умеренная степь                     | 100                       | 160 | 200 | 240 | 280 | 310 |
| лесостепь                           | 40                        | 90  | 140 | 200 | 240 | 280 |
| лесная                              | 20                        | 50  | 90  | 140 | 180 | 210 |

(Кб) картофеля изменяются территориально в зависимости от природно-климатических зон, то есть в одну и ту же фазу развития картофеля в различных климатических зонах Кб количественно может различаться на 20–30%, а также существует временная изменчивость Кб в различные по естественной тепло-влагообеспеченности вегетационные периоды. Анализ динамики многолетних значений Кб во взаимодействии с суммой активных температур воздуха, накопленных от начала вегетации, в различных зонах тепло-влагообеспеченности (Ку от 0,21 до 1,1), позволил установить определенную тенденцию к изменению среднего значения Кб от 0,79 (при Ку=0,2) до 0,88 (при Ку=0,51): 0,80 для посевов картофеля, при снижении коэффициента вариации от 0,62 до 0,49 соответственно одновременно с увеличением тепло-влагообеспеченности вегетационного периода (рис.).

Рассчитаны также оросительные нормы (нетто), учитывающие климатические характеристики различных физико-географических зон России, в зависимости от районирования территорий по коэффициенту Ку для различных по тепло-влагообеспеченности лет. В качестве примера представлены данные по характерным природно-климатическим зонам России, для Центрального, Северо-Кавказского, Приволжского и Сибирского федеральных округов. Оросительные нормы характеризуются сильной изменчивостью во времени в разные по увлажнению годы (табл. 1, 2).

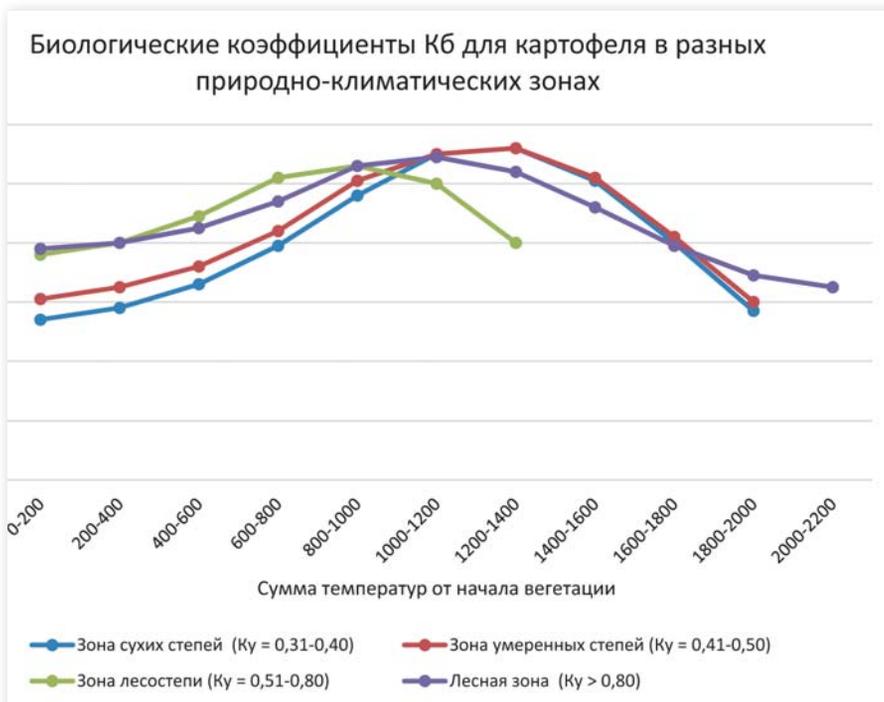
Для различных по тепло-влагообеспеченности вегетационных периодов развития картофеля установлена высокая вариабельность оросительных норм во времени. Количественно вариация ороситель-

ных норм в сухостепной зоне проявляется в том, что оросительная норма в сухой год (95% обеспеченности по Ку) составляет 2400 м³/га, превышая в 1,7 раза оросительную норму в средний год (50% обеспеченности по Ку), составляющую 1400 м³/га, и в 2,7 раза больше оросительной нормы средневлажного года (25% обеспеченности по Ку), равной 900 м³/га (табл. 1, 2).

В природно-климатической зоне достаточного увлажнения (лесная зона) в сухой год оросительная норма на картофеле превышает среднемноголетнюю в 4,5–7 раз, а если сравнивать с влажным годом, то разность увеличивается до 5–9 раз.

Техника орошения должна быть максимально адаптирована к конкретным почвенно-климатическим и организационно-хозяйственным условиям объекта применения, обеспечивать высокое агроэкологическое качество технологического процесса полива, позволяющего поддерживать требуемый водный и связанный с ним воздушный, питательный, солевой и тепловой режимы почвы агробиоценозов.

К основным типам технологического оборудования, которое соответствует современным достижениям науки и применимо для орошения картофеля, могут быть отнесены: широкозахватные электрифицированные дождевальные машины линейного и радиального перемещения с автоматизированным рабочим процессом и орошаемой площадью от 50 до 200 га; мобильные полосовые шланговые дождевальные установки с гидроприводом, в качестве рабочего органа использующие дождевальные аппараты среднего радиуса действия, площадь полива которых за вегетационный период составляет от 5 до 40 га; мобильные дождевальные комплексы, комплектиющиеся из быстросборных трубопроводов с дождевальными аппаратами, имеющими сезонную площадь полива от 5 до 50 га. Кроме того, в эту же категорию можно включить специальную технику для внутривоздушных



Динамика биоклиматических коэффициентов картофеля в течение вегетационного периода

систем дождевания: дождевальные аппараты и насадки, гидравлическое оборудование, насосные агрегаты, устройства для внесения удобрений с поливной водой и автоматического управления поливами; технологические приспособления для капельного полива и микродождевания.

Серийные образцы дождевальных машин и систем капельного орошения российского производства по своим эксплуатационным характеристикам практически соответствуют уровню зарубежной техники для дождевания, а локализация производства на территории Российской Федерации обеспечивает снижение цены на 20–30% по сравнению с зарубежными аналогами и повышению оперативности технического обслуживания и ремонта.

Системы капельного орошения. В аридной зоне РФ, где стоимость энергетических (тепловых) ресурсов достаточно высокая, а почвенные условия довольно сложные, основной лимитирующий фактор возделывания картофеля и других сельхозкультур – вода. Сбережение водных ресурсов в этом регионе – первосте-

пенная задача и капельное орошение отвечает этим требованиям.

В настоящее время в России капельный способ полива охватывает площадь более 120 тыс. га (сады, овощи, картофель, пропашные и другие культуры), из них в Саратовской – 3,5 тыс. га и Ростовской области – 4 тыс. га, Нижнем Поволжье – 66,6 тыс. га и Краснодарском крае – 9,5 тыс. га.

Отечественное производство оборудования, комплектующих, мягкого рукава Layflat, распределительных трубопроводов и линий капельного орошения освоено рядом компаний, такими как: технопарк «Струнино», ООО «Завод Ортеко» (г. Москва), ООО «Деметра» (г. Ростов-на-Дону), ООО «Угличский завод полимеров» (TUBOFLEX), ООО НПЦ Компания «ПромПолимерИнвест» (г. Ростов-на-Дону) и др.

Российские производители имеют достаточные мощности и способны полностью удовлетворить спрос с.-х. товаропроизводителей на оросительную технику.

Таким образом, нами обоснована и разработана методология нормирования водопотребления и процесса орошения агробиоценозов картофеля, включающая методику оценки и районирования территории по коэффициенту природной тепло-влагообеспеченности, методики, базы данных, алгоритмы и расчетные модели для определения эвапотранспирации и режимов орошения картофеля. Представлена основная номенклатура технических средств и ирригационного оборудования, отвечающих современному уровню научно-технического развития, которые могут быть использованы для орошения картофеля.

Планирование и реализация дифференцированных в пространстве и времени оросительных норм обеспечит рациональное использование водных ресурсов, приведет к снижению затрат на эксплуатацию оросительных систем, повышению эффективности производства и улучшению экологической ситуации в орошаемом земледелии.

### Библиографический список

### References

1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2017 году. М.: Росреестр, 2018. 197 с.
2. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 304 с.
3. Итоги реализации (2014–2017 годы) федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы»: информ. издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 108 с.
4. Сельское хозяйство в России-2021: стат. сб. М.: Росстат, 2021. 100 с.
5. Информационный портал Радуга Информ [Электронный ресурс] URL: <https://inform-raduga.ru>. Дата обращения: 22.05.2022.
6. Дубенок Н.Н., Климахина М.В. Обоснование необходимости страхового орошения сельскохозяйственных культур в Нечерноземной зоне РФ // Достижения науки и техники АПК. 2010. №4. С. 46–47.
7. Ольгаренко Г.В., Турапин С.С. Аналитические исследования перспектив развития техники орошения в России: информ.-аналит. издание. Коломна: ИП Лавренов А.В., 2020. 128 с.

1. State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2017. Moscow. Rosreestr. 2018. 197 p. (In Russ.).
2. Ameliorative complex of the Russian Federation. Inform. edition. Moscow. FGBNU Rosinformagrotech. 2020. 304 p. (In Russ.).
3. Results of the implementation (2014–2017) of the Federal target program «Development of melioration of agricultural land in Russia for 2014–2020». Inform. edition. Moscow. FGBNU Rosinformagrotech. 2018. 108 p. (In Russ.).
4. Agriculture in Russia-2021. Statistical collection. Rosstat. Moscow. 2021. 100 p. (In Russ.).
5. Information portal Raduga Inform [Web resource] URL: <https://inform-raduga.ru>. Date of access: 22.05.2022 (In Russ.).
6. Dubenok N.N., Klimakhina M.V. Substantiation of the need for insurance irrigation of agricultural crops in the Non-Blackearth zone of the Russian Federation. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2010. No4. Pp. 46–47 (In Russ.).
7. Ol'garenko G.V., Turapin S.S. Analytical studies of the prospects for the development of irrigation technology in Russia: Information and analytical publication. Kolomna. IP Lavrenov A.V. 2020. 128 p. (In Russ.).

### Об авторах

### Author details

Ольгаренко Геннадий Владимирович, доктор с.-х. наук, профессор, член-корреспондент РАН, гл.н.с. E-mail: [olgarenko@mail.ru](mailto:olgarenko@mail.ru)  
 Булгаков Вячеслав Иванович, канд. с.-х. наук, вед.н.с. E-mail: [r969750@yandex.ru](mailto:r969750@yandex.ru)  
 Капустина Татьяна Алексеевна, канд. техн. наук, вед.н.с. E-mail: [kapustina\\_tat@inbox.ru](mailto:kapustina_tat@inbox.ru)  
 Медведева Екатерина Викторовна, н.с. E-mail: [ewseewa@mail.ru](mailto:ewseewa@mail.ru)  
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и с.-х. водоснабжения «Радуга»

Olgarenko G.V., D.Sci. (Agr.), prof., corresponding member of the RAS, chief research fellow. E-mail: [olgarenko@mail.ru](mailto:olgarenko@mail.ru)  
 Bulgakov V.I., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow. E-mail: [r969750@yandex.ru](mailto:r969750@yandex.ru)  
 Kapustina T.A., Cand. Sci. (Techn.), leading research fellow. E-mail: [kapustina\\_tat@inbox.ru](mailto:kapustina_tat@inbox.ru)  
 Medvedeva E.V., research fellow. E-mail: [ewseewa@mail.ru](mailto:ewseewa@mail.ru)  
 Federal State Research Institution All-Russia Scientific and Research Institute for Irrigation and Farming Water Supply Systems «Raduga»