

Научная статья

УДК 631.6

doi: 10.28983/asj.y2022i2pp128-132

### Информационная база прогнозирования дефицитов водного баланса поливных посевов для засушливого Поволжья

**Виктор Владиславович Корсак, Роман Викторович Прокопец, Борис Викторович Фисенко,  
Екатерина Владимировна Аржанухина, Бэлла Магомедтагировна Рамазанова**

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии  
имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

e-mail: agroingener.ep@yandex.ru

**Аннотация.** В статье обосновываются актуальность дальнейшего развития орошения земель в южной и центральной зонах европейской части России в условиях глобального потепления и необходимость для него исследований по созданию информационной базы прогнозирования дефицитов водного баланса орошаемых посевов, разработка и внедрение которой позволит добиться существенного повышения качества и научной обоснованности проектов оросительных систем и планирования развития поливного земледелия в различных регионах засушливого Поволжья.

**Ключевые слова:** оросительные мелиорации; орошаемое земледелие; глобальные изменения климата; дефицит водного баланса; суммарное водопотребление; информационное обеспечение; прогнозирование; база данных.

**Для цитирования:** Корсак В. В., Прокопец Р. В., Фисенко Б. В., Аржанухина Е. В., Рамазанова Б. М. Информационная база прогнозирования дефицитов водного баланса поливных посевов для засушливого Поволжья // Аграрный научный журнал. 2023. № 2. С. 128–132. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp128-132>.

#### AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

### Information base for forecasting water balance deficiency in irrigated crops for the dry Volga region

**Viktor V. Korsak, Roman V. Prokopets, Boris V. Fisenko, Ekaterina V. Arzhanukhina, Bella M. Ramazanova**

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

e-mail: agroingener.ep@yandex.ru

**Abstract.** The article substantiates the relevance of further development of land irrigation in the southern and central zones of the European part of Russia in the context of global warming and the need for it to research on creating an information base for predicting water balance deficits in irrigated crops, the development and implementation of which will significantly improve the quality and scientific validity of irrigation projects, systems and planning for the development of irrigated agriculture in various regions of the arid Volga region.

**Keywords:** irrigation; irrigated agriculture; global climate change; water balance deficiency; total water consumption; information supply; forecasting; database.

**For citation:** Korsak V. V., Prokopets R. V., Fisenko B. V., Arzhanukhina E. V., Ramazanova B. M. Information base for forecasting water balance deficiency in irrigated crops for the dry Volga region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(2):128–132. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp128-132>.

**Введение.** Начиная с первой половины двадцатого века, ведущие российские ученые, прежде всего Н.И. Вавилов, писали, что для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства необходимо широкое орошение земель в засушливых регионах нашей страны [3].

В дальнейшем, несмотря на огульную критику оросительных мелиораций в 1980-е годы прошлого века, необходимость орошения полностью подтвердилась. В 1990-е годы А.В. Колганов определил, как для России в целом, так и для ее отдельных природно-экономических зон в частности, площади поливных земель, необходимые для обеспечения устойчивого развития



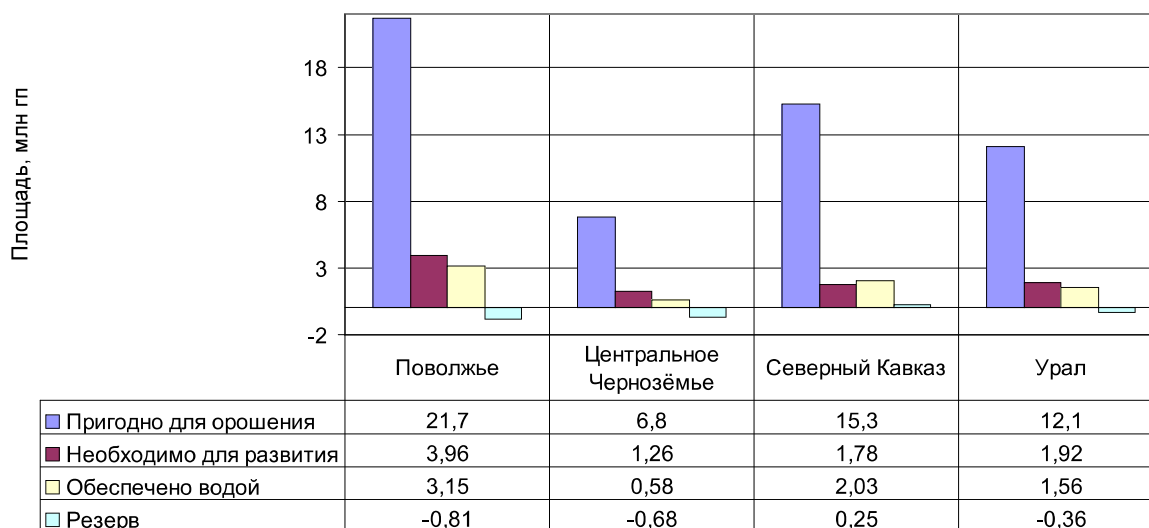


Рис. 1. Площади поливных земель, необходимые для обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственного производства Европейской части РФ

сельскохозяйственного производства (рис. 1) [4]. Согласно этим расчетам, во всех таких зонах есть огромный избыток земельных и небольшой недостаток водных ресурсов. При этом за прошедшую четверть века ни в одной зоне, кроме разве что северокавказской площади орошения не приблизились к расчетным, необходимым для обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственного производства.

В текущем веке на сельское хозяйство как всего мира, так и России, оказывают существенное влияние сейчас и будут оказывать еще большее влияние глобальные климатические изменения. Так, по данным М.Е. Бельшковой, благодаря потеплению климата стало возможным выращивание такой достаточно теплолюбивой культуры как соя в Центральном районе Нечерноземья, причем не только в южной или центральной подзоне, но даже и в северной, то есть в Костромской, Тверской и Ярославской областях [1]. Это случилось в результате увеличения в последние десятилетия сумм активных температур на 9–15 %. При этом, однако, суммы осадков сократились на 18–30 %, а значения интегрированного показателя увлажнения – гидротермического коэффициента (ГТК) – уменьшились на 13–21 % – до 1,1 в южной подзоне.

Подобные тенденции (рост сумм температур при одновременном снижении сумм осадков), как показывают наши, базирующиеся на сценариях глобального потепления, расчеты, характерны и для поволжских областей – от Саратовской до Астраханской (рис. 2) [6]. По наиболее жесткому сценарию глобального потепления RCP 8.5 [8] к концу текущего века Астраханская и Волгоградская области станут пустынями, Саратовская – полупустыней, что будет означать как невозможность здесь земледелия без орошения.

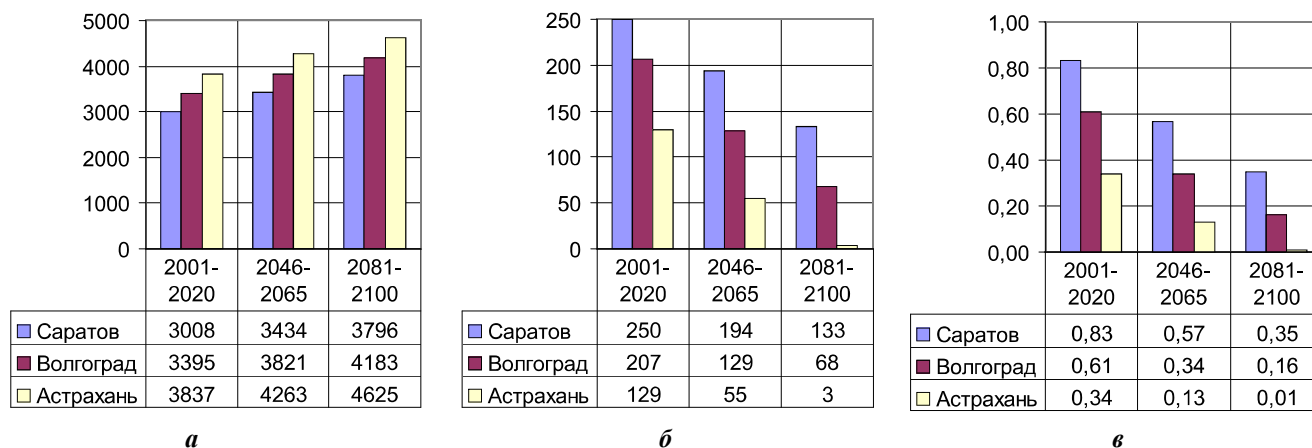


Рис. 2. Прогнозы изменений показателей тепло- и влагообеспеченности территорий областей засушливого Поволжья (а – суммы активных температур, °С; б – суммы осадков, мм; в – ГТК)



Важным фактором, обуславливающим целесообразность широкого распространения оросительных мелиораций в европейской части нашей страны в целом и в Саратовской области в частности, является высокая экономическая эффективность отраслей сельскохозяйственного производства, невозможных без орошения. К ним относятся овощеводство и животноводство, устойчивую кормовую базу которого в условиях даже неустойчивого увлажнения нельзя создать без полива [2].

Основой планирования орошения и проектирования оросительных систем, без которого невозможно определить потребность в водных ресурсах, в энергетических затратах на ее подачу на поля, материальных затратах на строительство и оборудование и, следовательно, даже предварительно, до дорогостоящих почвенных и геодезических изысканий, оценить саму возможность организации регулярного полива данной конкретной территории, является прогнозирование водоподдачи, как на поливной сезон в целом, так и на его отдельные, наиболее напряженные периоды в частности. Такое прогнозирование естественно основывается на расчете прогнозных дефицитов водного баланса, главную часть которого составляет суммарное водопотребление орошаемых культур, второстепенные – прогнозируемые осадки, третьестепенные – начальные влагозапасы и обмен с грунтовыми водами. Научные исследования по изучению суммарного водопотребления орошаемых культур, его структуры и динамики по периодам роста и развития широко велись в нашей стране в прошлом, достаточно широко ведутся и сейчас. Информационная база, интегрирующая результаты таких исследований, могла бы оказать существенное влияние на повышения качества планирования оросительных мелиораций и проектирования орошения земель за счет обеспечения большей научной обоснованности прогнозов водоподдачи на полив и потребности в поливной воде, в том числе для относительно новых культур и способов полива.

Цель исследования – повышение качества планирования орошения земель и проектирования оросительных систем за счет обеспечения большей научной обоснованности прогнозов водоподдачи на полив и потребности в поливной воде путем создания информационной базы прогнозирования дефицитов водного баланса орошаемых посевов для засушливого Поволжья.

**Методика исследований.** К настоящему времени разработано большое количество методов прогнозных расчетов суммарного водопотребления поливных культур, в основном эмпирических (стохастических), но также и детерминантных. Основные из них, применяемых в Поволжье, представлены в таблице [5].

Основные методы прогнозных расчетов суммарного водопотребления поливных культур

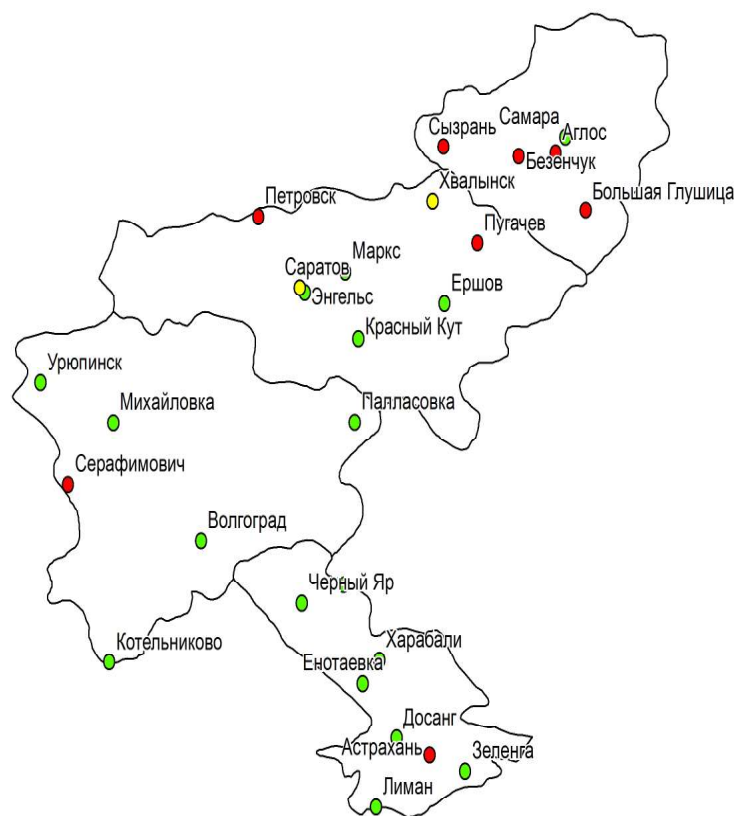
Название	Формула*	Тип	Параметры
Пенмана-Монтейта	$ET = \frac{0,408\Delta(R - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} ud}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u)}$	Детерминантный	$R$ – солнечная радиация, МДж/м <sup>2</sup> сут.; $G$ – поток тепла от почвы, МДж/м <sup>2</sup> сут.; $T$ – среднесуточная температура воздуха, °С; $u$ – скорость ветра, м/с; $d$ – дефицит влажности воздуха, кПа; $\Delta$ – градиент давления пара, кПа/°С; $\gamma$ – психрометрическая постоянная, кПа/°С.
Алпатьевых	$ET = k_{\text{га}} \sum d$	Эмпирический	$d$ – дефицит влажности воздуха, мбар;
Льгова	$ET = k_{\text{гл}} \sum t$	Эмпирический	$t$ – среднесуточная температура воздуха, °С
ВолжНИИГиМ	$ET_{\text{сут}} = K_0 D_{\text{сут}}$	Эмпирический	$D_{\text{сут}}$ – дефицит влажности воздуха, мбар; $K_0 = -0,02D_{\text{сут}} + C$ , при $D_{\text{сут}} \geq 15$ мб и $K_0 = -0,01D_{\text{сут}} + C$ , при $D_{\text{сут}} \leq 15$ мб; $C$ – константа

\*ET – суммарное водопотребление.

Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (FAO) в качестве международного стандарта принят метод Пенмана-Монтейта, который требует редко собираемых в России данных по поступлению солнечной радиации и мало учитывает особенности биологии поливных культур. Поэтому в нашем регионе чаще применяются эмпирические методы, прежде всего Алпатьевых и Льгова. В них применяются определенные



в полевых опытах биоклиматические коэффициенты, зависящие как от почвенно-климатических условий региона исследований, так и периода роста и развития изучаемой культуры. Смена этих периодов происходит по мере накопления суммы активных температур. Таким образом, для применения метода Алпатьевых нужны данные как по среднесуточным температурам воздуха, так и по его дефицитам, а для метода Льгова – только температуры. Однако, метод Льгова может использоваться только в том случае, когда температуры и дефициты влажности воздуха находятся в тесной и прямой корреляционной связи, иначе, например, при высокой влажности (малые значения дефицитов) и высоких температурах водопотребление существенно завышается. Наоборот, при низких температурах и больших дефицитах, водопотребление занижается. Поэтому данный метод применим не на всей территории Среднего и Нижнего Поволжья (рис. 3) [5].



**Рис. 3. Метеостанции поволжских областей для которых допустим только метод Алпатьевых (красный цвет), допустимы методы Алпатьевых и Льгова (зеленый цвет), предпочтителен метод Алпатьевых (желтый цвет)**

**Результаты исследований.** В состав информационной базы прогнозирования дефицитов водного баланса орошаемых посевов для засушливого Поволжья предлагается включить следующие основные реляционные файлы:

- справочник метеостанций;
- справочник способов орошения;
- справочник климатических зон;
- справочник областей;

многолетние данные периода апрель – ноябрь по среднедекадным температурам и дефицитам влажности воздуха, декадным суммам осадков по метеостанциям Поволжья;



**Рис. 4. Структура информационной базы прогнозирования дефицитов водного баланса орошаемых посевов для засушливого Поволжья**

годы различной обеспеченности дефицитов водного баланса основных орошаемых культур по метеостанциям Поволжья;

справочник орошаемых культур Поволжья;

описания фаз роста и развития орошаемых полевых культур;

биоклиматические коэффициенты орошаемых культур Поволжья;

справочник почвенных разностей; описания водно-физических свойств почв;

параметры почвенных гидравлических функций.

Упрощенная структура информационной базы представлена на рис. 4 [7].







Предлагаемые состав и структура информационной базы позволяет проводить прогнозирование суммарного водопотребления и дефицита водного баланса для лет различной обеспеченности разными, наиболее подходящими для конкретных природно-климатических условий, биоклиматическими методами, учитывая водно-физические свойства почв, и особенности способа полива.

**Заключение.** Разработка и внедрение информационной базы прогнозирования дефицитов водного баланса орошаемых посевов позволит добиться существенного повышения качества и научной обоснованности проектов оросительных систем и планирования развития поливного земледелия в различных регионах засушливого Поволжья.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельшклина М.Е., Загоруйко М.Г. Особенности продукционного процесса сортов сои разных регионов районирования в агроклиматических условиях ЦРНЗ РФ // Аграрный научный журнал. 2022. № 3. С. 4–9.
2. Голиков П.А., Кравчук А.В. Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства и проблемы орошаемого земледелия Саратовской области // Основные направления и формы развития потребительской кооперации в странах Европы и Азии: опыт, проблемы, перспективы: материалы международной научно-практической конференции в рамках ежегодных Чаяновских чтений (17–18 ноября 2016 г.). Ярославль; Москва, 2016. С. 167–171.
3. Н.И. Вавилов об ирригации в Заволжье и актуальность его учения сегодня / М.С. Григоров [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. 2007. № 5. С. 15–17.
4. Колганов А.В. Орошение в России: природные ресурсы и возможности развития // Мелиорация и водное хозяйство. 1997. № 5. С. 2–5.
5. Определение суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур в аридных зонах / В.В. Корсак [и др.] // Научная жизнь. 2016. № 1. С. 41–51.
6. Сценарии глобального потепления и прогнозы изменений агроклиматических ресурсов Поволжья / В.В. Корсак [и др.] // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 51–55.
7. Исследовательский прототип базы данных для прогнозирования водопотребления орошаемых культур / О.Н. Митюрева [и др.] // Основы рационального природопользования: Материалы VII Нац. конф. с международным участием / под ред. С.М. Бакирова. Саратов, 2021. С. 37–39.
8. The IPCC's fifth assessment report (AR5). Synthesis Report 27–31 October 2014. URL: [http://www.ipcc.ch/pdf/press/ipcc\\_leaflets\\_2010/ipcc\\_ar5\\_leaflet.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/press/ipcc_leaflets_2010/ipcc_ar5_leaflet.pdf).

#### REFERENCES

1. Belyshkina M.E., Zagoruiko M.G. Peculiarities of the production process of soybean cultivars from different regions of zoning in agro-climatic conditions of the RF CRNR. *The agrarian scientific journal*. 2022; 3: 4–9.
2. Golikov P.A., Kravchuk A.V. Economic efficiency of agricultural production and problems of irrigated agriculture in the Saratov region // Main directions and forms of development of consumer cooperation in Europe and Asia: experience, problems, prospects: materials of the international scientific and practical conference within the framework of the annual Chayanov readings (17–18 November 2016). Yaroslavl; Moscow, 2016: 167–171.
3. N.I. Vavilov about irrigation in the Trans-Volga region and the relevance of his teaching today / M.S. Grigorov et al. *Reclamation and water management*. 2007; 5: 15–17.
4. Kolganov A.V. Irrigation in Russia: natural resources and development opportunities. *Melioration and water management*. 1997; 5: 2–5.
5. Determination of the total water consumption of agricultural crops in arid zones / V.V. Korsak et al. *Scientific life*. 2016; 1: 41–51.
6. Scenarios of global warming and forecasts of changes in the agro-climatic resources of the Volga region / V.V. Korsak et al. // *The agrarian scientific journal*. 2018; 1: 51–55.
7. Research prototype of a database for forecasting water consumption of irrigated crops / O.N. Mityureva et al. *Fundamentals of rational environmental management: Proceedings of VII Nat. conf. with international participation* / ed. C.M. Bakirov. Saratov, 2021: 37–39.
8. The IPCC's fifth assessment report (AR5). Synthesis Report 27–31 October 2014. URL: [http://www.ipcc.ch/pdf/press/ipcc\\_leaflets\\_2010/ipcc\\_ar5\\_leaflet.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/press/ipcc_leaflets_2010/ipcc_ar5_leaflet.pdf).

Статья поступила в редакцию 16.09.2022; одобрена после рецензирования 5.10.2022; принята к публикации 15.10.2022.  
The article was submitted 16.09.2022; approved after reviewing 5.10.2022; accepted for publication 15.10.2022.