

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ И ГИДРОТЕХНИКИ

Научная статья

УДК 631.671.1

Актуальная оценка увлажненности земель сельскохозяйственного района Волгоградской области

Наталья Владимировна Богомоллова

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва,
Российская Федерация, bogomolova-nv@rudn.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0741-392X>

Аннотация. Цель: провести оценку тепло- и влагообеспеченности сельскохозяйственного района Иловлинский методом расчета коэффициента увлажнения по исходным метеорологическим наблюдениям для обоснования норм орошения сельскохозяйственных культур в районах их возделывания в Волгоградской области. Анализ обеспеченности ресурсами тепла и влаги является базовым для оценки и повышения устойчивости земледелия, адаптации систем ведения сельского хозяйства к последствиям негативных сезонных и климатических колебаний. **Материалы и методы.** В основе работы лежит методика определения коэффициента увлажнения, приведенного Н. В. Данильченко. Объект исследования – район сельскохозяйственного производства Иловлинский. Исходными данными послужили ретроспективные метеорологические наблюдения с 1973 по 2023 гг. за расчетный теплый период май – сентябрь. Анализ обеспеченности ресурсами тепла и влаги позволяет выделить локальные климатические особенности, которые помогут в принятии решений о повышении устойчивости сельского хозяйства в регионе. **Результаты.** Результатами проведенного исследования установлено: в средний год (50 %) сельхозугодия Иловлинского района обеспечены суммами среднесуточных температур воздуха $\sum T$ и атмосферных осадков $\sum P$ на уровне 2963 °C и 196 мм соответственно при значении коэффициента увлажнения $K_{ud} = 0,30$. Средняя величина признака $\sum T$ в районе исследования считается типичной и надежной (коэффициент вариации $C_v = 7 \%$), в определении обеспеченностей $\sum P$ присутствуют уровни риска (коэффициент вариации $C_v = 31 \%$). Проведенный анализ тренда тепло- и влагообеспеченности в Иловлинском районе указывает на уменьшение обеспеченных $\sum P$ на 2 мм и повышение $\sum T$ на 105 °C. **Выводы.** Результаты исследования многолетних метеоданных рассматриваемой территории позволяют сделать вывод об изменчивости погоды вегетационного периода разных лет, которая при отсутствии адаптационных мероприятий существенно влияет на колебания урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: теплообеспеченность, влагообеспеченность, коэффициент увлажнения, агроклиматическая оценка земель, обоснование норм орошения

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные научные исследования в области мелиорации и гидротехники» (г. Новочеркасск, 28 мая 2026 г.).

Для цитирования: Богомоллова Н. В. Актуальная оценка увлажненности земель сельскохозяйственного района Волгоградской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2026. Т. 99, № 2. С. 55–68.

CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION AND HYDRAULIC ENGINEERING

Original article

Current assessment of soil moisture in the agricultural area of the Volgograd region

Natalya V. Bogomolova

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow,
Russian Federation, bogomolova-nv@rudn.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0741-392X>

Abstract. Purpose: to assess the heat and moisture supply of the Ilovinsky agricultural area by calculating the moisture coefficient based on initial meteorological observations to substantiate the irrigation rates for agricultural crops in their cultivation areas in the Volgograd region. Analysis of the heat and moisture resources availability is fundamental for assessing and improving the sustainability of agriculture, adapting agricultural systems to the impacts of negative seasonal and climatic fluctuations. **Materials and methods.** The work is based on the method of determining the moisture coefficient given by N. V. Danilchenko. The object of the study is the Ilovinsky agricultural production area. The initial data were retrospective meteorological observations from 1973 to 2023 for the estimated warm period of May – September. Analysis of the heat and moisture resources availability allows to identify local climatic features that will help in making decisions on increasing the sustainability of agriculture in the region. **Results.** The results of the study revealed that in an average year (50 %), the agricultural lands of the Ilovinsky district are provided with the heat summation $\sum T$ and atmospheric precipitation $\sum P$ at the level of 2963 °C and 196 mm, respectively, with a moisture coefficient of $K_{uD} = 0.30$. The average value of the $\sum T$ indicator in the study area is considered typical and reliable (variation coefficient $C_v = 7\%$), while risk levels are present in the determination of $\sum P$ provisions (variation coefficient $C_v = 31\%$). The conducted analysis of the trend of heat and moisture provision in the Ilovinsky district indicates a decrease in the provided $\sum P$ by 2 mm and an increase in $\sum T$ by 105 °C. **Conclusions.** The results of the study of long-term meteorological data for the area under study allow us to conclude that the weather during the growing season of different years is variable, which, in the absence of adaptation measures, significantly affects fluctuations in crop yields.

Keywords: heat supply, moisture supply, moisture coefficient, agroclimatic assessment of lands, irrigation rate justification

Evaluation of the research results: the fundamental principles of the article were reported at the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “Current Scientific Research in the Field of Land Reclamation and Hydraulic Engineering” (Novocherkassk, May 28, 2026).

For citation: Bogomolova N. V. Current assessment of soil moisture in the agricultural area of the Volgograd region. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2026;99(2):55–68. (In Russ.).

Введение. Площадь Волгоградской области составляет 11,3 млн га, из которых 9,1 млн га, что соответствует примерно 81 % территории, занимают сельскохозяйственные угодья. Одним из популярных видов производственной деятельности является сельское хозяйство в отдельных райо-

нах области. Активное ведение сельскохозяйственного производства наблюдается в Иловлинском, Палласовском, Урюпинском, Котельниковском районах. Климат региона определяется умеренно-континентальными особенностями, вследствие чего период активного роста сельскохозяйственных культур зачастую приходится на засушливые летние месяцы. Данное обстоятельство существенно ограничивает потенциал урожайности. В целях компенсации недостатка влаги применяются гидромелиоративные технологии, обеспечивающие регулирование водного режима почв и поддержание их продуктивности.

Территория области характеризуется выраженной пространственной дифференциацией климатических показателей: в различных ее частях фиксируются отличия в величинах сумм активных температур и объемах атмосферных осадков в течение теплого сезона. Анализ и учет этих факторов создают основу для более эффективного использования природных ресурсов и способствуют повышению устойчивости аграрного производства за счет внедрения гибких, адаптированных агротехнологий [1, 2].

Обоснование параметров и режимов орошения требует всестороннего изучения тепло- и влагообеспеченности территории, отражающих уровень увлажнения земель в период вегетации и базирующихся на данных гидрометеорологических наблюдений. Ключевым инструментом в данном случае выступает метод балансового анализа, учитывающий соотношение поступления влаги в виде осадков и ее потерь через испарение, а также их взаимосвязь с другими элементами почвенно-водного режима.

Проблема продовольственной безопасности в новых климатических реалиях сформулирована ФАО ООН в 2010 г. в концепции «Климатически оптимизированное сельского хозяйства» (КОСХ) – «Climate smart agriculture (CSA)». Ее основными целями определены устойчивое повышение продуктивности и доходности, адаптация и устойчивость к изменению климата, а также сокращение выбросов парниковых газов [3, 4].

Для практической оценки природной обеспеченности теплом и влагой используются научно обоснованные показатели, предложенные отечественными исследователями, среди которых Н. Н. Иванов, Г. Т. Селянинов, М. И. Будыко, Д. И. Шашко. К этим показателям относятся коэффициент увлажнения, гидротермический коэффициент, индекс сухости и показатель атмосферного увлажнения. Наряду с этим применяются и зарубежные подходы, включая индекс Педя, модель Пенмана-Монтейта, индекс засухи Палмера и метод Торнтвейта. Указанные методики широко отражены в научных работах российских специалистов в области мелиорации, агрофизики и сельского хозяйства и используются для анализа агроклиматических условий территорий с целью повышения устойчивости сельскохозяйственного производства [5].

Настоящее исследование посвящено оценке тепло- и влагообеспеченности сельскохозяйственного Иловлинского района Волгоградской области с определением коэффициента увлажнения почв по методике Н. В. Данильченко. Данный подход представляет собой адаптированную версию коэффициента природного увлажнения, разработанного Н. Н. Ивановым, с учетом региональных климатических особенностей, что позволяет комплексно оценить степень природного увлажнения территории и обосновать параметры водопотребления при планировании оросительных мероприятий [6–8].

Цель данной работы – провести оценку тепло- и влагообеспеченности сельскохозяйственного района Иловлинский методом расчета коэффициента увлажнения по исходным метеорологическим наблюдениям для обоснования норм орошения сельскохозяйственных культур в районах их возделывания в Волгоградской области. Были поставлены следующие задачи: получение метеорологических параметров объектов исследования; расчет коэффициентов увлажнения по каждому тепловому периоду за 1973–2023 гг. и обеспеченностей с приведением коэффициента вариации и асимметрии; рас-

чет и построение кривых обеспеченностей среднесуточных температур воздуха и атмосферных осадков за теплые периоды (май – сентябрь) с 1973 по 2023 г.

Материалы и методы. Объектом исследования является территория Иловлинского района Волгоградской области. На рисунке 1 представлена картографическая схема расположения объекта в границах региона. Иловлинский район расположен южнее центральной части региона.



**Рисунок 1 – Схема местоположения Иловлинского района
в границах Волгоградской области**

**Figure 1 – Map of the location of the Ilovlin district
within the boundaries of the Volgograd region**

Исходная информация о метеорологических наблюдениях режима погоды за период 1973–2023 гг. за теплый период (май – сентябрь) была получена по данным метеостанции, расположенной в районе изучения: метеостанция г. Иловля (индекс ВМО – 34461; 49.3040° с. ш., 43.9819° в. д.). Источник климатических данных за 1973–2023 гг. теплого периода (май – сентябрь) – официальный портал ФГБУ «ВНИИГМИ – МЦД»¹.

В рамках данной работы рассматривается сравнительный анализ обеспеченности сельскохозяйственных территорий тепловыми ресурсами и ресурсами влаги с применением метода вычисления коэффициента увлажнения. Исследование базируется на методическом подходе к определению природного коэффициента увлажнения K_{uD} , разработанном Н. В. Данильченко на основе обобщения теоретических положений и экспериментальных результатов, представленных в трудах Н. Н. Иванова (1954), М. М. Будыко (1948), А. Р. Константинов (1968), Г. Т. Селянинов (1957) и других специалистов в данной области. Используемая методика обеспечивает комплексный подход к оценке природных условий формирования тепло- и влагообеспеченности земель, учитывая интегральный показатель испаряемости, который характеризует энергетические возможности территории и специфику ее теплового режима [6, 7]. Определение коэффициента естественного увлажнения по методике Н. В. Данильченко, применяемое для анализа соотношения тепла и влаги, осуществляется по следующей формуле:

$$K_{uD} = \frac{(W_a + \sum P)}{E_0},$$

где W_a – активные запасы влаги в метровом слое почвы на начало расчетного периода, мм;

$\sum P$ – сумма осадков, мм;

¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://meteo.ru>. (дата обращения: 22.04.2026).

E_0 – потенциальная эвапотранспирация за период с температурой воздуха ≥ 5 °С;

Кривые обеспеченностей средних температур воздуха, количества атмосферных осадков и коэффициента увлажнения были построены по расчетам метеорологических показателей с применением математической формулы вероятностной статистики Н. Н. Чегодаева². Оценка изменчивости и асимметричности функции обеспеченности метеорологических показателей определяется вычислением значений коэффициентов вариации (C_v) и асимметрии (C_s)³.

Результаты и обсуждение. В Волгоградской области одним из основных направлений производственной деятельности является сельское хозяйство, что позволяет поддерживать продовольственный уровень безопасности страны в целом. В Палласовском, Иловлинском, Урюпинском районах агропромышленность является приоритетной отраслью. В Палласовском, Иловлинском районах основной отраслью сельскохозяйственного производства является животноводство – около 75 % производства продукции, также в обоих районах развито растениеводство. В Иловлинском районе в структуре АПК 109 крестьянско-фермерский хозяйств, 13 коллективных сельскохозяйственных предприятий, из них два крупных предприятия: КХК ОАО «Краснодонское» и АО «Птицефабрика Краснодонская», производящие 84 % сельскохозяйственной продукции района. Растениеводство занимает 75 % сельхозпроизводства, основные культуры – зерновые, бахчевые, овощи; животноводство – 25 %⁴.

²Чегодаев Н. Н. Расчет поверхностного стока с малых водосборов. М.: Трансжелдориздат, 1953. 76 с.

³Инженерная гидрология и регулирование стока: метод. указания / Ю. В. Стефаненко, А. А. Волчек [и др.]. Брест: БГТУ, 2001. 45 с.

⁴О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2024 году: доклад / ред. колл.: Е. П. Православнова [и др.]; Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. Волгоград: ТЕМПОРА, 2025. 300 с.

Выращивание сельскохозяйственных культур в районах Волгоградской области приходится на зону рискованного земледелия в зоне сухих степей под воздействием климатического режима с резкой континентальностью. Земли региона наиболее часто в весенне-летний период подвержены жаре, суховеям, почвенной засухе, урагану, пыльным бурям и иным природным влияниям [9, 10].

В соответствии с поставленной целью работы были получены следующие результаты: рассчитаны и построены эмпирические кривые обеспеченности сумм среднесуточных температур воздуха (рисунок 2) сумм среднесуточных атмосферных осадков (рисунок 3) и эмпирические кривые обеспеченности коэффициентов увлажнения за теплый период (май – сентябрь) 1973–2023 гг. (рисунок 4). Анализ кривых осадков показывает фактические значения метеорологических параметров территории.

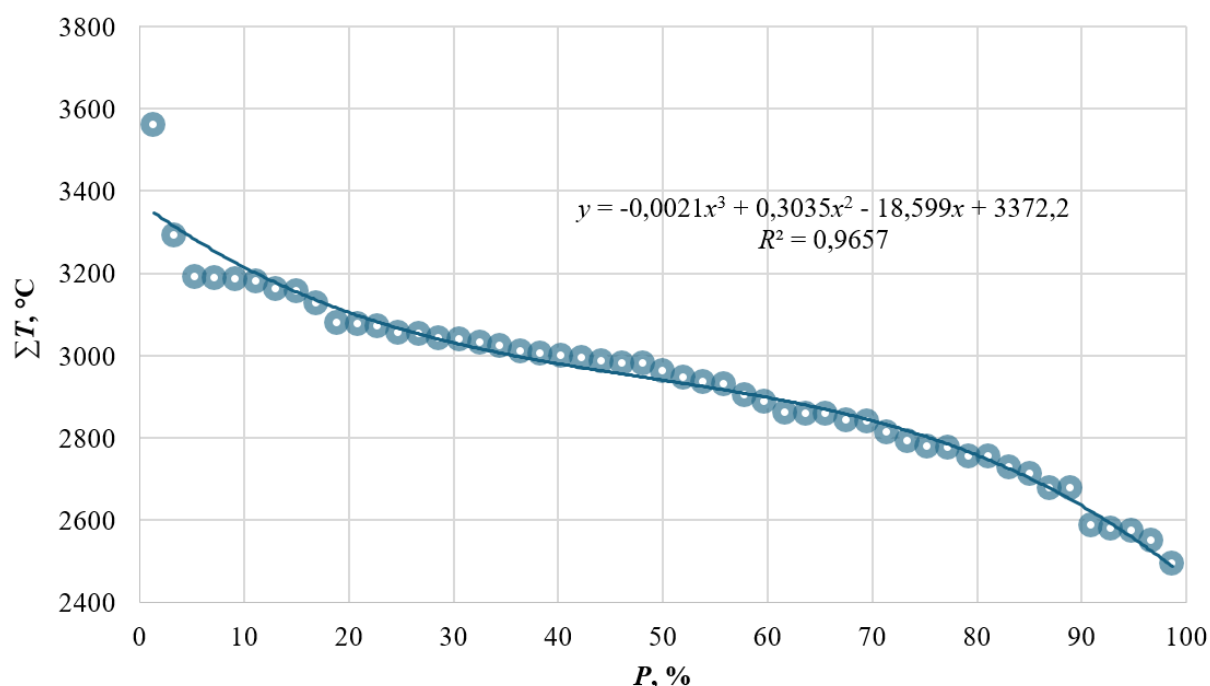


Рисунок 2 – Обеспеченность суммой среднесуточных температур воздуха расчетного периода

Figure 2 – Provision with the heat summation for the rated period

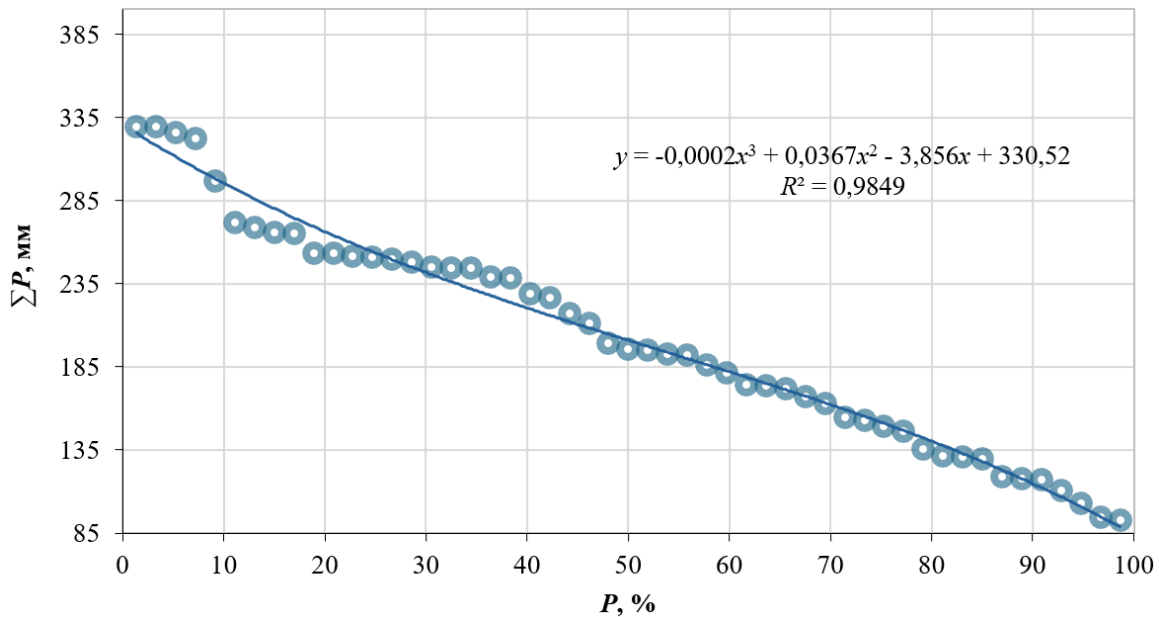


Рисунок 3 – Обеспеченность суммой среднесуточных атмосферных осадков расчетного периода
Figure 3 – Provision with the amount of average daily precipitation for the rated period

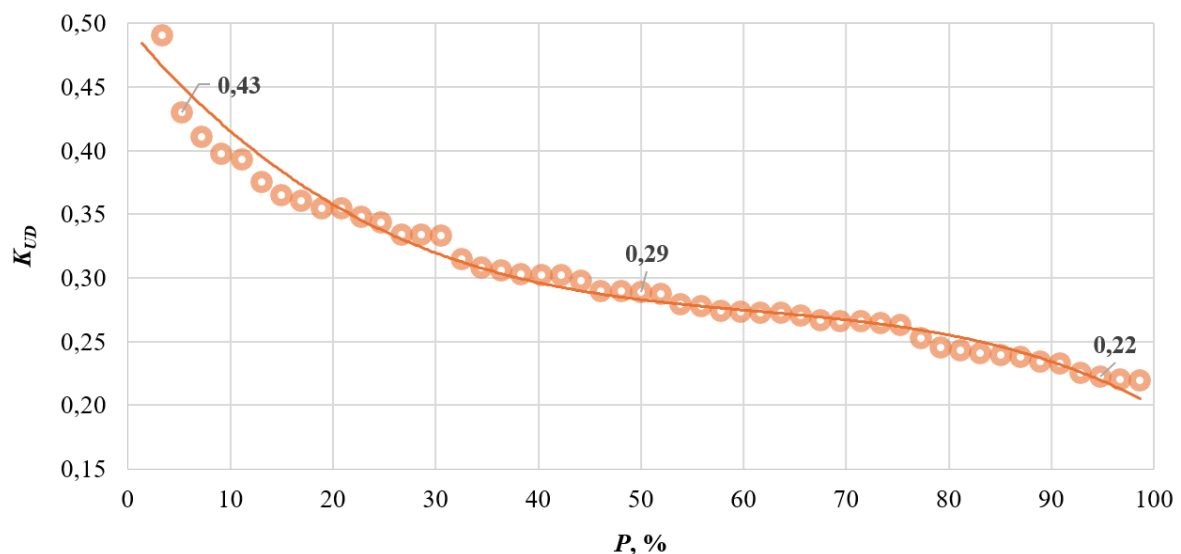


Рисунок 4 – Обеспеченность по коэффициенту природного увлажнения (май – сентябрь), 1973–2023 гг.
Figure 4 – Provision by the natural moisture coefficient (May – September), 1973–2023

Анализ эмпирических кривых обеспеченностей, полученных по расчетам коэффициента увлажнения, среднесуточных сумм температур воздуха, атмосферных осадков за теплые периоды более 50 лет, отражает следующие результаты: однородная положительная асимметрия кривых (> 0)

по трем показателям (графики – рисунки 2–4), причем для графика $\sum P = f(x)$ асимметрия с оценкой $C_s = 0,63$, указывает на высокую значимость, для $\sum T = f(x)$ – незначительная ($< 0,25$), близка к нормальной $C_s = 0,14$ (таблица 1). Моделью кривые обеспеченностей коэффициента увлажнения, осадков и температур воздуха за рассматриваемый период соответствуют полиномиальной регрессии с коэффициентами детерминации $R^2 = 0,98$.

Таблица 1 – Оценка изменчивости, асимметрии метеорологического показателя и средние метеорологические показатели
Table 1 – Assessment of variability, meteorological indicator asymmetry and average meteorological indicators

Наименование	$T, ^\circ\text{C}$			$P, \text{мм}$			K_{uD}		
	среднее	C_v	C_s	среднее	C_v	C_s	среднее	C_v	C_s
Иловля	2932	0,07	0,14	203	0,31	0,63	0,30	0,22	0,44

Для актуализации тепло- и влагообеспеченности Иловлинского района сформированы выборки со смещением рядов данных (шаг $\tau = 10$ лет), по данным которых были построены тренды изменения тепло- влагообеспеченности территории исследования для 50% года обеспеченности (рисунок 5).

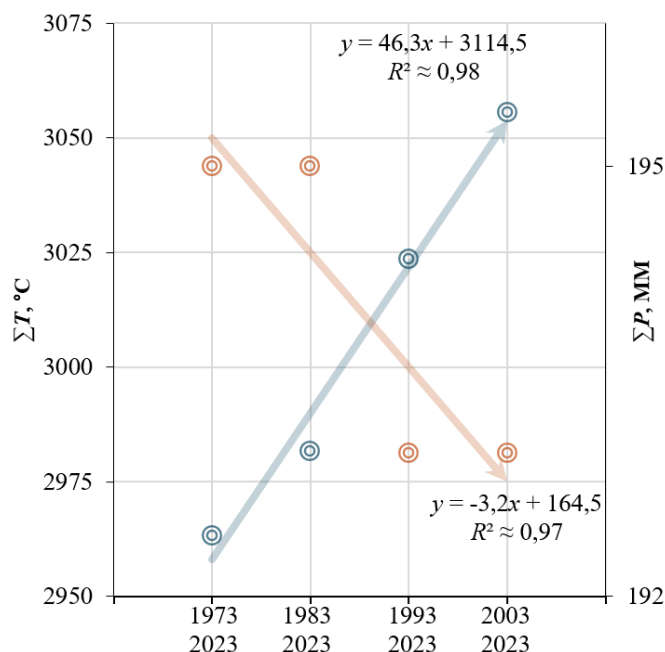


Рисунок 5 – Актуальные тренды изменения тепло- и влагообеспеченности

Figure 5 – Current trends in changes of heat and moisture supply

Выводы. Природно-климатические условия региона для ведения земледелия формируют противоречивую среду: при достаточном уровне солнечной энергии и продолжительном вегетационном периоде наблюдается выраженный дефицит влаги, ограничивающий эффективность использования этих преимуществ. В реальных условиях это приводит к тому, что стабильность сельскохозяйственного производства напрямую зависит от искусственного регулирования водного режима, вследствие чего развитие оросительных систем и мелиоративных мероприятий становится ключевым фактором устойчивости аграрного сектора.

Более глубокое понимание данной проблемы достигается при рассмотрении климатических характеристик Иловлинского района Волгоградской области, где сосредоточена весомая часть производства плодово-овощной продукции. Для анализа были привлечены многолетние метеорологические наблюдения за период с 1973 по 2023 г. с акцентом на вегетационный сезон (май – сентябрь). Результаты расчетов показывают, что как в годы со средними условиями увлажнения (вероятность порядка 50 %), так и в более засушливые периоды (75–80 %), значения коэффициента естественного увлажнения $K_{уд}$, рассчитанного по методике Н. В. Данильченко, находятся в диапазоне 0,23–0,29, что характеризует территорию Иловлинского района как засушливую. Данный фактор непосредственно отражается на влагообеспеченности почв и в значительной степени определяет уровень урожайности сельскохозяйственных культур.

Анализ тепло- и влагообеспеченности района Иловля с применением кривых обеспеченностей показал, что в годы со средней (50 %) и повышенной вероятностью засушливости (75–80 %) коэффициент естественного увлажнения по Н. В. Данильченко $K_{уд} = 0,30$, что свидетельствует о формировании климатической степной засушливой зоны.

Статистическая картина температурного режима выглядит достаточ-

но устойчивой. Разброс значений сумм среднесуточных температур невелик: коэффициент вариации держится на уровне около 7 %, что заметно ниже условного порога в 33 %. Иными словами, температурный фон в рассматриваемый период остается относительно выровненным, а средняя величина действительно отражает типичное состояние выборки. На практике это означает, что год от года тепловые условия меняются не столь существенно, и на них можно опираться при расчетах и прогнозах.

Иная ситуация складывается с осадками, где наблюдается гораздо более непредсказуемая динамика: вариация достигает 31–32 %, что фактически приближает показатель к границе статистической неоднородности. Так усредненное значение теряет репрезентативность и перестает быть надежной опорой для практических выводов.

Список источников

1. Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в России: монография / А. В. Колганов, Н. А. Сухой, В. Н. Шкура, В. Н. Щедрин. М.: Росинформгротех, 2016. 220 с. EDN: ZFNTQL.
2. Леонтьева Е. Е. Агроклиматические особенности сухостепной зоны светлосахарных почв Городищенского района Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2019. № 2. С. 9–14. EDN: HCUUOA.
3. Natural Resource Management and Policy. Vol. 52. Climate smart agriculture: Building resilience to climate change / L. Lipper, N. McCarthy, D. Zilberman, S. Asfaw, G. Branca // FAO. Cham: Springer, 2018. 630 p. DOI: 10.1007/978-3-319-61194-5.
4. Transformative adaptation: from climate-smart to climate-resilient agriculture / J. Hellin, E. Fisher, M. Taylor, S. Bhasme, A.M. Loboguerrero // CABI Agriculture and Bioscience. 2023. Vol. 4, no. 1. P. 30. DOI: 10.1186/s43170-023-00172-4. EDN: BLFRYM.
5. Новиков А. Е., Богомоллова Н. В., Збукарев Р. В. Актуальная оценка увлажненности земель Волгоградского пригородного сельскохозяйственного района // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2026. № 1(85). С. 25–35. DOI: 10.32786/2071-9485-2026-01-02. EDN: SGPFXA.
6. Данильченко Н. В. Водосберегающие оросительные нормы и природоохранные режимы орошения зерновых и кормовых культур в Нижнем Поволжье: монография. М.: МГУП, 2006. 150 с. ISBN: 5-89231-156-2.
7. Ткаченко Н. А. Засухи и урожайность зерновых культур в Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4. С. 171–178. DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-24. EDN: VUUQAN.
8. Теймуров С. А., Казиев М. Р. А., Багомаев А. А. Региональные адаптационные меры по минимизации климатических рисков в сельском хозяйстве // Юг России: экология, развитие. 2024. № 19(4). С. 178–190. DOI: 10.18470/1992-1098-2024-4-15. EDN: JFOONX.

9. Пугачёва А. М., Васильченко А. А. Особенности формирования засушливых явлений на субаридных территориях (на примере Волгоградской области) // Научно-агрономический журнал. 2025. № 4(131). С. 18–27. DOI: 10.34736/FNC.2025.131.4.002. 18-27. EDN: LGFKFA.

10. Семенов В. А. Изменение климата: причины, последствия, актуальные задачи // Вестник Российской академии наук. 2024. № 94(3). С. 246–254. DOI: 10.31857/S0869587324030076. EDN: GGRFJR.

References

1. Kolganov A.V., Sukhoi N.A., Shkura V.N., Shchedrin V.N., 2016. *Razvitie melioratsii zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya v Rossii* [Developing Agricultural Land Reclamation in Russia: monograph]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 220 p., EDN: ZFNTQL. (In Russian).

2. Leontyeva E.E., 2019. *Agroklimaticheskie osobennosti sukhostepnoy zony svetlo-kashtanovykh pochv Gorodishchenskogo rayona Volgogradskoy oblasti* [Agroclimatic features of the dry-steppe zone of light chestnut soils in the Gorodishchensky region of the Volgograd province]. *Nauchno-agronomicheskiiy zhurnal* [Scientific and Agronomic Journal], no. 2, pp. 9-14, EDN: HCIUOA (In Russian).

3. Lipper L., McCarthy N., Zilberman D., Asfaw S., Branca G., 2018. Natural Resource Management and Policy. vol. 52. Climate smart agriculture: Building resilience to climate change. FAO. Cham, Springer, 630 p., DOI: 10.1007/978-3-319-61194-5.

4. Hellin J., Fisher E., Taylor M., Bhasme S., Loboguerrero A.M., 2023. Transformative adaptation: from climate-smart to climate-resilient agriculture. CABI Agriculture and Bioscience, vol. 4, no. 1, pp. 30, DOI: 10.1186/s43170-023-00172-4, EDN: BLFRYM.

5. Novikov A.E., Bogomolova N.V., Zbukarev R.V., 2026. *Aktual'naya otsenka uvlazhnennosti zemel' Volgogradskogo prigorodnogo sel'skokhozyaystvennogo rayona* [The up-to-date lands moisture content assessment of the Volgograd suburban agricultural district]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bullet. of Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Higher Education], no. 1(85), pp. 25-35, DOI: 10.32786/2071-9485-2026-01-02, EDN: SGPFXA. (In Russian).

6. Danilchenko N.V., 2006. *Vodosberegayushchie orositel'nye normy i prirodookhran-nye rezhimy orosheniya zernovykh i kormovykh kul'tur v Nizhnem Povolzh'e: monografiya* [Water-saving Irrigation Norms and Environmental Protection Regimes of Irrigation of Grain and Forage Crops in the Lower Volga region: monograph]. Moscow, Moscow State University of Printing Arts, 150 p., ISBN: 5-89231-156-2. (In Russian).

7. Tkachenko N.A., 2018. *Zasukhi i urozhaynost' zernovykh kul'tur v Volgogradskoy oblasti* [Droughts and yield of cereal crops in Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bullet. of the Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Higher Education, no. 4, pp. 171-178, DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-24, EDN: VUUQAN. (In Russian).

8. Teymurov S.A., Kaziyeu M.R.A., Bagomaev A.A., 2024. *Regional'nye adaptatsion-nye mery po minimizatsii klimaticheskikh riskov v sel'skom khozyaystve* [Regional adaptation measures to minimise climate risks in agriculture]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie* [South of Russia: Ecology, Development], no. 19(4), pp. 178-190, DOI: 10.18470/1992-1098-2024-4-15, EDN: JFOONX. (In Russian).

9. Pugacheva A.M., Vasilchenko A.A., 2025. *Osobennosti formirovaniya zasushlivykh yavleniy na subaridnykh territoriyakh (na primere Volgogradskoy oblasti)* [Subarid features of the formation of drought phenomena (a case study of the Volgograd Region)]. *Nauchno-agronomicheskiiy zhurnal* [Scientific and Agronomic Journal], no. 4(131), pp. 18-27, DOI: 10.34736/FNC.2025.131.4.002.18-27, EDN: LGFKFA. (In Russian).

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2026. Т. 99, № 2. С. 55–68.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2026. Vol. 99, no. 2. P. 55–68.

10. Semenov V.A., 2024. *Izmenenie klimata: prichiny, posledstviya, aktual'nyye zadachi* [Climate change: causes, consequences and imperatives.]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*. [Bullet. of the Russian Academy of Sciences], no. 94(3), pp. 246-254, DOI: 10.31857/S0869587324030076, EDN: GGRFJR. (In Russian).

Информация об авторе

Н. В. Богомолова – аспирант, ассистент агроинженерного департамента, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Российская Федерация, bogomolova-nv@rudn.ru, ORCID: 0000-0002-0741-392X.

Information about the author

N. V. Bogomolova – Postgraduate Student, Assistant of the Agricultural Engineering Department, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation, bogomolova-nv@rudn.ru, ORCID: 0000-0002-0741-392X.

*Автор несет ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.
The author is responsible for violation of scientific publication ethics.*

*Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 13.04.2026; одобрена после рецензирования 28.04.2026; принята к публикации 13.08.2026.
The article was submitted 13.04.2026; approved after reviewing 28.04.2026; accepted for publication 13.08.2026.*