

К диалогу о климатических тенденциях нового столетия и их благоприятности для высокой реализации биологического потенциала полевых культур на Южном Урале

Ю. А. Гулянов ✉

Институт степи УрО РАН, Российская Федерация
(460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11)

Аннотация. Цель – выявление динамики биоклиматического потенциала сельскохозяйственных провинций Оренбургской области, определение его направленности и оценка благоприятности для высокой реализации биологического потенциала полевых культур.

Материалы и методы. Предметом исследований являлись сведения о среднемесячных температурах воздуха, количестве выпавших атмосферных осадков, упругости водяного пара и относительной влажности воздуха за 1990-2022 годы. Биоклиматический потенциал исследуемых территорий (БКП) рассчитывали по методике Шашко Д. И. Характеристику агроэкологических зон по ГТК проводили в соответствии с принятой классификацией по Селянинову Г. Т. Статистический анализ метеорологических данных осуществляли в Excel.

Результаты и обсуждение. Выявлена достаточно выраженная отрицательная направленность динамики метеорологических параметров, определяющих биоклиматический потенциал земледельческих территорий Оренбургской области, значительно снижающая благоприятность внешних условий для высокой реализации биологического потенциала выращиваемых культур. За истекшие три десятилетия отмечено снижение биоклиматического потенциала на 0,10 единиц или 4,6% в Заволжской провинции степной зоны и на 0,20-0,47 единиц или 11,6-25,4% в Заволжской и Казахстанской провинциях сухостепной зоны.

Выводы. Сельскохозяйственные провинции Оренбургской области характеризуются крайне напряженным гидротермическим режимом, связанным с положительной динамикой термических ресурсов и отрицательной динамикой атмосферных осадков. В качестве наиболее действенного средства сохранения продуктивности и валовых сборов полевых культур в сложившихся условиях высокую целесообразность имеет адаптация агротехнологий к меняющимся природным условиям и селекция жаростойких и засухоустойчивых сортов.

Ключевые слова: Оренбургская область, сельскохозяйственные провинции, динамика метеорологических параметров, биоклиматический потенциал, адаптация агротехнологий, селекция жаростойких и засухоустойчивых сортов.

Источник финансирования: Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме № ГР АААА-А21-121011190016-1 «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем».

Для цитирования: Гулянов Ю. А. К диалогу о климатических тенденциях нового столетия и их благоприятности для высокой реализации биологического потенциала полевых культур на Южном Урале // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2024, № 3, с. 111-118, DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/111-118>

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных задач регионов Южного Урала является обеспечение населения качественными продуктами растительного происхождения, среди которых производство достаточных объемов хлебопекарного зерна имеет первостепенное значение.

Валовой сбор хлебных злаков, выращиваемых здесь преимущественно в богарных технологиях, сильно связан с условиями минерального питания, температурным режимом воздуха и уровнем выпадения атмосферных осадков [15, 17].

Обеспеченность растений питательными элементами в большей степени определяется уровнем почвенного плодородия, а вот водный и термический режимы зависят от метеорологических параметров [10].

Ощутимые климатические изменения, совпавшие с периодом крайне обостренных экологических проблем, порожденных длительной практикой экстенсивного хозяйствования и выразившиеся в повышении засушливости климата, предполагают оперативную разработку действенных мер по адаптации к ним современного землепользования [11]. В первую очередь это касается совершенствования технологий возделывания зерновых культур (пшеницы, кукурузы и др.) с учетом изменившейся влагообеспеченности посевов [3, 4].

На целесообразность технологического ответа на повышение засушливости климата в основных земледельческих территориях России и мира указывают многие исследователи [12, 16]. В их работах отмечается важнейшая роль погодных условий в череде фак-

© Гулянов Ю. А., 2024

✉ Гулянов Юрий Александрович, e-mail: iury.gulynov@yandex.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

торов, определяющих урожайность пшеницы и других зерновых культур [7, 19], актуализируется значение влаги в формировании урожая и обосновывается целесообразность влагосберегающих приемов обработки почвы [1, 18], тщательного подбора предшественников и соблюдения севооборотов [8] и пр.

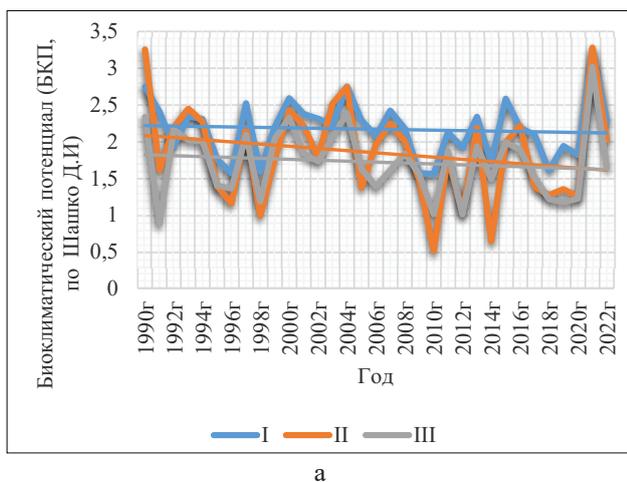
Мировым и отечественным научным сообществом достаточно активно выявляются современные климатические тенденции, определяется зависимость урожайного потенциала от метеорологических параметров территорий возделывания, проводится оценка влияния изменений климата на продуктивность сельского хозяйства [9], обосновываются технологические решения адаптационного характера [2, 20].

При этом в Оренбургской области подобных исследований проведено ещё недостаточно, не выявлен размах варибельности метеорологических параметров, определяющих биоклиматический потенциал территории, не определена его динамика.

Цель настоящих исследований заключалась в выявлении динамики биоклиматического потенциала отдельных сельскохозяйственных провинций Оренбургской области, определении его направленности и оценке благоприятности для высокой реализации биологического потенциала полевых культур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследований выступали сельскохозяйственные провинции Оренбургской области – Заволжская степной зоны и Заволжская, и Казахстанская сухостепная зоны. Заволжская провинция степной зоны занимает практически всю расположенную южнее Предуральской провинции лесостепной зоны территорию Оренбургского Предуралья, охватывающую более 20 административных районов и вносящую наибольший вклад в валовой урожай области. Почвенный покров земледельческих угодий представлен преимущественно черноземами обыкновенными и южными.



а

Окаймляющие Заволжскую провинцию степной зоны с юга земли Ташлинского, Илекского, Соль-Илецкого и Акбулакского районов, граничащие с Республикой Казахстан, входят в Заволжскую провинцию сухостепной зоны. Преобладающими здесь являются черноземы южные и темно-каштановые почвы.

Казахстанская провинция сухостепной зоны охватывает южные территории Зауралья. К ней приурочены постцелинные земли Домбаровского, Ясенского и Светлинского районов. На данной территории наиболее распространены темно-каштановые почвы [5].

Предметом исследований являлись сведения о среднемесячных температурах воздуха, количестве выпавших атмосферных осадков, упругости водяного пара и относительной влажности воздуха, зафиксированных метеорологическими станциями Сорочинск (синоптический индекс 35011), Акбулак (синоптический индекс 35127) и Домбаровский (синоптический индекс 35233). Источником метеорологических сведений служили размещенные в свободном доступе специализированные массивы для климатических исследований Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ-МЦД) [13] и других электронных ресурсов.

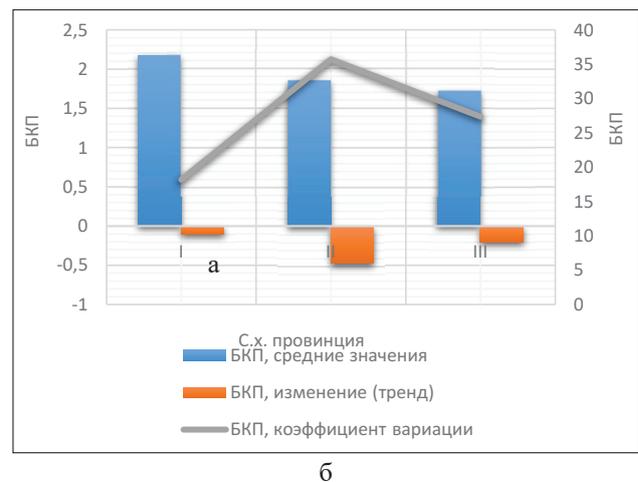
Характеристика агроэкологических зон по ГТК проводилась в соответствии с принятой классификацией по Г. Т. Селянину [6].

Биоклиматический потенциал модельных территорий (БКП) рассчитывали по методике Д. И. Шашко [14].

Статистический анализ метеорологических данных проводили в Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате ретроспективного анализа величин и динамики биоклиматического потенциала отдельных сельскохозяйственных провинций Оренбургской области выявлена его значительная пространственная



б

Рис. 1. Пространственная и временная динамика биоклиматического потенциала отдельных сельскохозяйственных провинций Оренбургской области

(I – Заволжская степной зоны, II – Заволжская сухостепной зоны III – Казахстанская сухостепной зоны), 1990-2022 годы [Fig. 1. Spatial and temporal dynamics of the bioclimatic potential of individual agricultural provinces of the Orenburg region (I – Trans-Volga steppe zone, II – Trans-Volga dry-steppe zone – Kazakhstan dry-steppe zone), 1990-2022]

и временная изменчивость. В пространственном отношении его характеризует значительное понижение, имеющее юго-восточную направленность, а во временном – снижение, наиболее выраженное в Заволжской и Казахстанской провинциях сухостепной зоны. Наибольшие средние значения БКП, составившие 2,17 единиц, отмечены в Заволжской провинции степной зоны. В Заволжской и Казахстанской провинциях сухостепной зоны его значения оказались на 0,32-0,45 единиц или 14,7-20,7% ниже (рис. 1а, 1б).

Примечательно, что наибольшие изменения (тренд) БКП отмечены в сельскохозяйственных провинциях с его наибольшей вариабельностью по годам.

Так, за тридцати трех летний период наблюдений, наибольшим снижением БКП, составившим 0,47 единиц или 25,4%, характеризовалась Заволжская провинция сухостепной зоны, где он варьировал по годам с коэффициентом 35,4% – от максимальных значений (3,25 единиц) в 1990 году до минимальных (0,51 единиц) – в 2010 году. В Заволжской провинции степной зоны, с наибольшими средними значениями БКП (2,17), наименьшее его снижение (на 0,10 единиц или 4,6 %) отмечено при минимальной среди сравниваемых провинций временной изменчивости. При размахе вариации БКП от максимальных 3,22 единиц в 2021 году до минимальных 1,55-1,57 единиц в 1996, 2009 и 2010 годах коэффициент вариации оказал-

ся ниже почти вдвое и составил 18,2%. В Казахстанской провинции сухостепной зоны, характеризующейся самым низким средним БКП анализируемого периода (1,72 единицы) и его снижением на среднюю величину (на 0,20 единиц или 11,6%) коэффициент вариации также оказался средним и составил 27,4%. Размах вариации БКП, от максимальных 3,02 единиц в 2021 году до минимальных 0,88 единиц в 1991 году, составил 2,14 единиц при коэффициенте вариации 27,4%.

Анализ определяющих величину БКП параметров, опосредованных климатическими факторами и представленных коэффициентом годового атмосферного увлажнения и коэффициентом роста, подтвердил их сильную корреляционную связь и выявил тенденцию к ее пространственной специфичности. Ее особенность заключается в более сильной зависимости БКП от коэффициента годового атмосферного увлажнения в Заволжской ($r = 0,93$) и Казахстанской ($r = 0,95$) провинциях сухостепной зоны, характеризующихся его меньшей на 0,06-0,07 единиц или 22,2-26,0% величиной, чем в Заволжской провинции степной зоны (0,27). В этих же провинциях выявлен и более высокий коэффициент вариации указанного показателя, причем в Казахстанской провинции сухостепной зоны (40,1%) он оказался на 6,4% ниже, чем в Заволжской провинции этой же зоны (46,5%) (рис. 2).

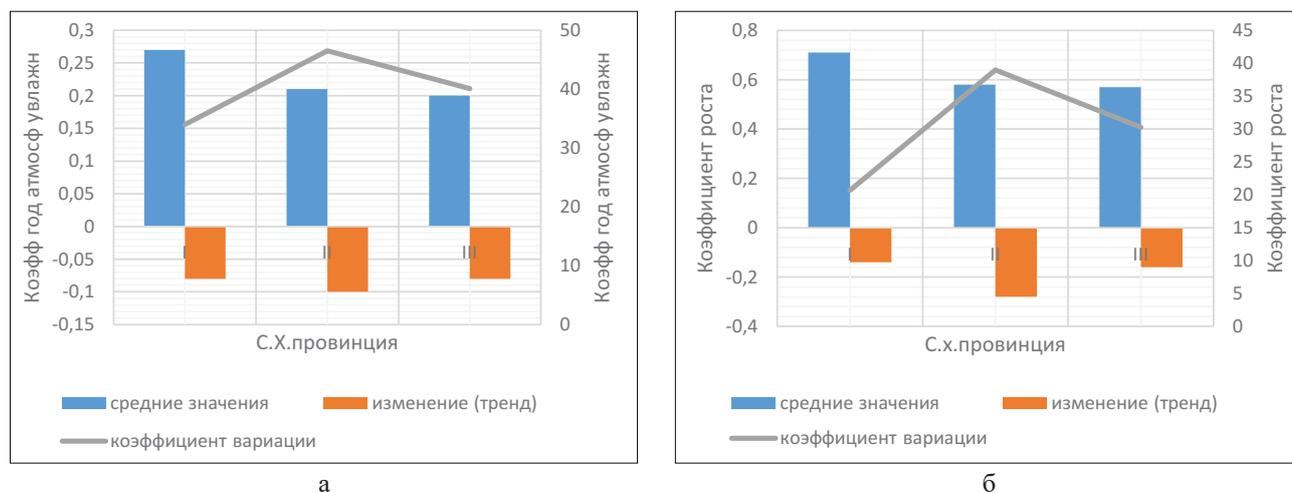


Рис. 2. Динамика коэффициента годового атмосферного увлажнения и коэффициента роста в отдельных сельскохозяйственных провинциях Оренбургской области

(I – Заволжская степная зона, II – Заволжская сухостепная зона III – Казахстанская сухостепная зона), 1990-2022 годы [Fig.2. Dynamics of the coefficient of annual atmospheric moisture and growth coefficient in certain agricultural provinces of the Orenburg region (I – Trans-Volga steppe zone, II – Trans-Volga dry-steppe zone – Kazakhstan dry-steppe zone 1990-2022)]

Динамика (тренд) коэффициента годового атмосферного увлажнения во всех представленных провинциях оказалась отрицательной и близкой по величине – от 0,08 до 0,10.

Между величинами БКП и коэффициентом роста отмечена еще более сильная связь ($r = 0,91-0,97$), также усиливающаяся в юго-восточном направлении, по мере снижения его величины. Примечательно, что при меньшей временной вариабельности коэффициента роста, составившей 20,7% (Заволжская провинция степ-

ной зоны) – 39,0% (Заволжская провинция сухостепной зоны) – 30,3% (Казахстанская провинция сухостепной зоны), его изменение (тренд) оказалось выше, по сравнению с коэффициентом годового атмосферного увлажнения. В абсолютном выражении, по порядку представленных провинций, оно составило 0,14-0,28-0,16 единиц или 19,7-48,2-28,1 % (от 0,71-0,58-0,57 единиц).

Характеризуя сельскохозяйственные провинции в разрезе представленных параметров, в целом следует отметить, что при сравнительно невысоких их величинах

в Заволжской провинции степной зоны в анализируемый период наблюдались их более высокие значения, меньший отрицательный тренд и меньшая временная варибельность. В силу указанных обстоятельств в Заволжской и Казахстанской провинциях сухостепной зоны отмечена большая зависимость БКП от их величин.

В результате определения связи биоклиматического потенциала сельскохозяйственных провинций Оренбургской области с непосредственно определяющими его величину климатическими параметрами выявлены совместные вариации временных рядов результативных (БКП) и факторных признаков с теснотой корреляционной связи выше слабой (с абсолютными значениями коэффициента корреляции Пирсона (r) более 0,3), также характеризующиеся территориальными особенностями.

В условиях Заволжской степной провинции выделено две совместные вариации со средней теснотой корреляционной связи ($r = -0,34$ и $0,63$), представленные в уравнении множественной регрессии следующего вида:

$$Y = 0,35102E - 02x_1 - 0,91615E - 04x_2 + 0,62394,$$

где Y – биоклиматический потенциал территории
 x_1 – годовое количество осадков, мм
 x_2 – сумма дефицитов влажности воздуха, гПа.

Стандартизованная форма данного уравнения в виде $t_y = 0,67679t_{x_1} - 0,08244t_{x_2}$ указывает на преимущественное прямое влияние на БКП годового количества осадков (коэффициент $\beta_1 = 0,67679$), а обратное влияние сумм дефицитов влажности воздуха заметно ниже.

В условиях Заволжской сухостепной провинции выделено три совместные вариации со средней и сильной теснотой корреляционной связи ($r = -0,36$; $0,78$ и $-0,54$). На основе парных коэффициентов корреляции получено уравнение множественной регрессии с долей дисперсии зависимой переменной (Y) от объясняющих

переменных (x_1, x_2, x_3) приемлемого уровня ($R^2 = 0,62$), в натуральной форме имеющее вид:

$$Y = -0,27811E - 03x_1 + 0,56344E - 02x_2 - 0,74009E - 04x_3 - 0,79869,$$

где Y – биоклиматический потенциал территории
 x_1 – сумма активных температур воздуха, °С
 x_2 – годовое количество осадков, мм
 x_3 – сумма дефицитов влажности воздуха, гПа.

Стандартизованная форма данного уравнения в виде $t_y = -0,11843t_{x_1} + 0,81633t_{x_2} - 0,04411t_{x_3}$ указывает на преимущественное прямое влияние на БКП годового количества осадков (коэффициент $\beta_2 = 0,81633$), а обратное влияние сумм активных температур воздуха и сумм дефицитов влажности воздуха имеет подчиненное значение.

Аналогичные зависимости, с теснотой корреляционной связи ($r = -0,38$; $0,66$ и $-0,49$), выявлены и в Казахстанской сухостепной провинции, представленные в уравнении множественной регрессии следующего вида:

$$Y = -0,13827E - 03x_1 + 0,47137E - 02x_2 - 0,42348E - 04x_3 - 0,08309,$$

где Y – биоклиматический потенциал территории
 x_1 – сумма активных температур воздуха, °С
 x_2 – годовое количество осадков, мм
 x_3 – сумма дефицитов влажности воздуха, гПа.

Стандартизованная форма данного уравнения в виде $t_y = -0,07781t_{x_1} + 4,67954t_{x_2} - 0,03112t_{x_3}$ также указывает на преимущественное прямое влияние на БКП годового количества осадков (коэффициент $\beta_2 = 4,57954$), а обратное влияние сумм активных температур воздуха и сумм дефицитов влажности воздуха заметно ниже.

Анализ динамики включенных в представленные уравнения множественных регрессий метеорологических параметров выявил их значительную изменчивость, имеющую как временную, так и пространствен-

Таблица 1

Ресурсы тепло- и осадкообеспеченности отдельных сельскохозяйственных провинций Оренбургской области, 1990-2022 годы

[Table 1. Heat and precipitation resources of individual agricultural provinces of the Orenburg Region, 1990-2022]

| Сельскохозяйственная провинция / Agricultural Province | Метеостанция / Weather Station | Среднегодовая температура воздуха / Сумма активных температур воздуха / Average annual air temperature / The sum of the active air temperatures | | | Годовые атмосферные осадки / Атмосферные осадки периода активных температур воздуха / Annual atmospheric precipitation / Precipitation of the period of active air temperatures | | |
|--|--------------------------------|---|--|-----------------------|---|--|-----------------------|
| | | средние, °С / average, °С | коэфф. вариации, % / coefficient of variation, % | тренд, °С / trend, °С | средние, °С / average, °С | коэфф. вариации, % / coefficient of variation, % | тренд, °С / trend, °С |
| Заволжская степной зоны | Сорочинск | <u>5,5</u> 3077 | <u>17,6</u> 9,0 | <u>1,7</u> 390 | <u>397</u> 277 | <u>19,2</u> 27,1 | <u>- 51</u> - 65 |
| Заволжская сухостепной зоны | Акбулак | <u>6,0</u> 3233 | <u>17,9</u> 8,7 | <u>1,5</u> 435 | <u>334</u> 175 | <u>28,6</u> 44,9 | <u>- 114</u> - 104 |
| Казахстанская сухостепной зоны | Домбаровский | <u>4,5</u> 3051 | <u>21,6</u> 8,7 | <u>1,4</u> 350 | <u>308</u> 166 | <u>22,2</u> 32,3 | <u>- 99</u> - 80 |

ную направленность. Во временном отношении общим для всех сельскохозяйственных провинций анализируемого периода стало заметное повышение ресурсов теплообеспеченности и снижение ресурсов осадкообеспеченности. В пространственном отношении наибольшее абсолютное повышение среднегодовой температуры воздуха, составившее 1,7°C (30,9%), отмечено в Заволжской провинции степной зоны (табл. 1).

При меньшем, чем в других территориях, снижении количества годовых атмосферных осадков (на 51 мм или 12,8%) и осадков периода активных температур (на 65 мм или 23,4%), а также повышении сумм активных температур воздуха (на 390 °C или 12,7%) это сопровождалось снижением ГТК Селянинова на 0,30 единиц или 40,0%. Его средние значения тридцати трех летнего периода, составившие 0,75 единиц, хотя и оказались самыми высокими среди сравниваемых сельскохозяйственных провинций, все же характеризовали гидротермические условия как засушливые.

Особенностью условий тепло- и осадкообеспеченности Заволжской сельскохозяйственной провинции сухостепной зоны стала самая высокая среднегодовая температура воздуха (6,0°C), возросшая на 1,5°C или 25,0%, самое заметное повышение сумм активных температур

воздуха (на 435°C или 13,4%) и самое значительное снижение количества годовых атмосферных осадков (на 114 мм или 34,1%) и осадков периода активных температур воздуха (на 104 мм или 59,4%). В сложившихся условиях ГТК Селянинова снизился на наибольшую среди сравниваемых территорий величину (0,41 единиц или 74,5%) и в среднем составил 0,55 единиц, характеризующая гидротермические условия как очень засушливые.

В Казахстанской сельскохозяйственной провинции сухостепной зоны, отличающейся самым ограниченным ресурсом годовых атмосферных осадков (308 мм) и осадков периода активных температур воздуха (166 мм), при среднем снижении их величины (на 32,1-48,2%), среднем росте сумм активных температур воздуха и самом высоком относительном повышении среднегодовой температуры воздуха (на 31,1%), ГТК Селянинова за анализируемый период снизился на 0,35 единиц или 63,6% и в среднем оказался той же величины, что и в Заволжской сельскохозяйственной провинции сухостепной зоны (0,55 единиц).

Как и следовало предположить, снижение ресурсов осадкообеспеченности при нарастающих ресурсах тепла сопровождалось снижением относительной влажности и ростом сумм дефицитов влажности воздуха во всех рассматриваемых провинциях (табл. 2).

Таблица 2

Показатели влажности воздуха в отдельных сельскохозяйственных провинциях Оренбургской области, 1990-2022 годы

[Table 2. Air humidity indicators in selected agricultural provinces of the Orenburg region, 1990-2022]

| Сельскохозяйственная провинция / Agricultural Province | Метеостанция / Weather Station | Относительная влажность воздуха / Relative humidity | | | Сумма дефицитов влажности воздуха / Sum of air humidity deficits | | |
|--|--------------------------------|---|--|---------------------|--|--|-------------------------|
| | | средние, % / averages, % | коэфф. вариации, % / coefficient of variation, % | тренд, % / trend, % | средние, гПа / averages, гПа | коэфф. вариации, % / coefficient of variation, % | тренд, гПа / trend, гПа |
| Заволжская степной зоны | Сорочинск | 69 | 5,7 | -7,3 | 1633 | 21,7 | 611 |
| Заволжская сухостепной зоны | Акбулак | 66 | 5,6 | -5,4 | 1824 | 21,5 | 631 |
| Казахстанская сухостепной зоны | Домбаровский | 67 | 4,7 | --5,7 | 1747 | 20.0 | 520 |

Анализ их динамики показал, что наиболее заметное снижение относительной влажности воздуха (на 7,3%) произошло в Заволжской сельскохозяйственной провинции степной зоны, а наибольший прирост сумм дефицитов влажности воздуха, составивший 631 гПа или 34,6%, отмечен в Заволжской сельскохозяйственной провинции сухостепной зоны.

Вполне очевидно, что достаточно выраженная отрицательная направленность динамики метеорологических параметров, определяющих биоклиматический потенциал земледельческих территорий Оренбургской области, значительно снижает благоприятность внешних условий для высокой реализации биологического потенциала выращиваемых культур.

При отсутствии возможности регулирования метеорологических параметров наиболее действенным средством сохранения валовых сборов полевых культур, достаточных для поддержания продовольственной безопасности и обеспечения экспортных объемов растительного сырья, становится адаптация агротехнологий и сортов (гибридов) выращиваемых культур к меняющимся природным и антропогенным условиям.

Среди них следует отметить высокие перспективы селекции жаростойких и засухоустойчивых сортов, способных противостоять повышению термического режима и технологическое перевооружение земледелия, ориентированное на влагосберегающие подходы к обработке почвы или ее полное исключение. Целе-

сообразна реализация указанных приемов в системе наукоемких агротехнологий, предполагающих использование ресурсов ДЗЗ и информационных технологий для оперативного управления производственным процессом полевых культур и более полной реализации их биологического потенциала.

Указанные направления представляются чрезвычайно актуальными для разработки и внедрения наиболее целесообразных технологий аграрного землепользования, учитывающих климатические и антропогенные тенденции и направленные на поддержание продовольственной безопасности, а также сохранение, восстановление и эффективное использование ландшафтно-биологического разнообразия степных сельхозугодий

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сельскохозяйственные территории Оренбургской области характеризуются крайне напряженным гидротермическим режимом, связанным с положительной динамикой термических ресурсов и отрицательной динамикой атмосферных осадков, что за истекшие три десятилетия сопровождалось снижением биоклиматического потенциала на 0,10 единиц или 4,6% в Заволжской провинции степной зоны и на 0,20-0,47 единиц или 11,6-25,4% в Заволжской и Казахстанской провинциях сухостепной зоны.

Достаточно выраженная отрицательная направленность биоклиматического потенциала свидетельствует о снижении благоприятности внешних факторов для высокой реализации биологического потенциала выращиваемых культур. В качестве наиболее действенного средства сохранения их продуктивности и валовых сборов в сложившихся условиях видится адаптация агротехнологий и сортов (гибридов) к меняющимся природным и антропогенным условиям. В частности, этому могут способствовать технологические приемы, направленные на сохранение жизнеспособности растений и почвенных влагозапасов: посев засухоустойчивых и жаростойких сортов; уборка зерновых очесывающими жатками; посев кулис; снегозадержание и регулирование снеготаяния; освоение минимальной и нулевой обработки почвы с мульчированием поверхности (Mini-till, Strip-till, No-till, Twin-Row и пр.); снижение засоренности полей; внедрение наукоемких агротехнологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болдырь Д. А., Селиванова В. Ю. Зависимость урожайности яровой пшеницы от элементов водопотребления в период вегетации в сухостепной зоне Нижнего Поволжья // *Известия Горского государственного аграрного университета*, 2019, т. 56, № 3, с. 16-24.
2. Влияние агроэкологических факторов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области / В. В. Глуховцев, Г. Я. Маслова, Н. И. Китлярова, М. Р. Абдюев // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2015, № 2 (52), с. 39-40.
3. Гулянов Ю. А. Адаптация технологических приемов возделывания озимой пшеницы в степных районах Южного Урала // *Агробиологические особенности, технологии возделывания и параметры моделей высокопродуктивных агроценозов полевых культур в засушливых условиях Южного Урала*, 2006, с. 10-23.

4. Гулянов Ю. А. Возможности интеллектуальных цифровых технологий в экологизации ландшафтно-адаптивного земледелия степной зоны // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2019, № 4 (78), с. 8-11.

5. Климентьев А. И. *Почвы степного Зауралья: ландшафтно-генетическая и экологическая оценка*. Екатеринбург: Издательство УрО РАН, 2000. 433 с.

6. Лосев А. П., Журина Л. Л. *Агрометеорология*. Москва: Колос, 2001. 297 с.

7. Маслова Г. Я., Абдюев М. Р., Шарапов И. И. Зависимость урожайности и качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы от различных метеоусловий в условиях лесостепи Среднего Поволжья // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*, 2020, № 2 (50), с. 42-46.

8. Основы технологии производства зерна в засушливых условиях Юга России / Л. П. Бельтюков, В. Б. Хронюк, Е. К. Кувшинова и др. // *Вестник аграрной науки Дона*, 2017, № 1-1 (37), с. 52-64.

9. Павлова В. Н., Сиротенко О. Д. Наблюдаемые изменения климата и динамика продуктивности сельского хозяйства России // *Труды главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова*, 2012, № 565, с. 132-151.

10. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области) / Ю. А. Гулянов, А. А. Чибилев (мл), А. А. Чибилев, С. В. Левыкин // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, 2022, т. 86, № 1, с. 28-40.

11. Семенов М. А., Комарова О. В. Оценка уязвимости лесного хозяйства лесостепной и степной зон Европейской части России к наиболее вероятным изменениям климата // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2022, № 3, с. 76-85.

12. Стратегические направления обеспечения экологической и гидрометеорологической безопасности России в условиях современных климатических изменений / А. И. Бедрицкий, С. А. Куролап, Р. М. Вильфанд, В. А. Дмитриева // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2019, № 4, с. 5-14.

13. *Температура и осадки*. – URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (дата обращения: 10.07.2023). – Текст: электронный.

14. Шашко Д. И. *Агроклиматические ресурсы СССР*. Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. 248 с.

15. Экологические особенности селекции мягкой яровой пшеницы на Южном Урале на устойчивость к стрессовым ситуациям / В. А. Тюнин, Е. Р. Шрейдер, И. Ю. Кушниренко и др. // *АПК России*, 2020, т. 27, № 5, с. 767-771.

16. Effects of ozone, drought and heat stress on wheat yield and grain quality / M. C. Broberg, F. Hayes, H. Harmens et al. // *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2023, vol. 352, pp. 108505.

17. Gulyanov Yu. A., Chibilev A. A. Rain-fed agriculture in the steppe and forest-steppe zone of the Ural River basin and the adaptation of agricultural technologies to changing moisture availability as a way to preserve surface water resources // *South of Russia: Ecology, Development*, 2023, no. 18 (1), pp. 117-125.

18. Maize response to localized mineral or organic NP starter fertilization under different soil tillage methods / M. Battisti, L. Zavatano, L. Caporin, M. Blandino // *European Journal of Agronomy*, 2022, vol. 138, pp. 126534.

19. Saleem S. R., Levison A., Haroon Z. Chapter 12 – Environment: role of precision agriculture technologies // *Precision Agriculture*, 2023, pp. 211-229.

20. Staffellini E., Tarolli P. Climate change-induced aridity is affecting agriculture in Northeast Italy // *Agricultural Systems*, 2023, vol. 208, pp. 103647.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 18.07.2023

Принята к публикации: 30.08.2024

UDC 631.11:631.5:631.81: 574.2

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/111-118>

To the Dialogue about the Climatic Trends of the New Century and Their Favorability for the High Realization of the Biological Potential of Field Crops in the Southern Urals

Yu.A. Gulyanov ✉

*Institute of the Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation
(460000, Orenburg, 11, Pioneer Str.)*

Abstract. The purpose is to identify the dynamics of bioclimatic potential of agricultural provinces of the Orenburg region, to determine its direction and to assess its favorability for high realization of biological potential of field crops.

Materials and methods. The data on average monthly air temperatures, precipitation, water vapour elasticity and relative humidity for 1990-2022 were the subject of the research. Bioclimatic potential of the studied areas was calculated according to the method of Shashko D. I. The characteristics of agroecological zones were carried out in accordance with the accepted classification according to Selyaninov G. T. Statistical analysis of meteorological data was carried out in Excel.

Results and discussion. A rather pronounced negative direction of the dynamics of meteorological parameters determining the bioclimatic potential of agricultural territories of the Orenburg Region has been revealed, significantly reducing the favourable external conditions for high realization of the biological potential of cultivated crops. Over the past three decades, there has been a decrease in bioclimatic potential by 0.10 units or 4.6% in the Trans-Volga province of the steppe zone and by 0.20-0.47 units or 11.6-25.4% in the Trans-Volga and Kazakhstan provinces of the dry-steppe zone.

Conclusion. Agricultural provinces of the Orenburg Region are characterised by an extremely tense hydrothermal regime associated with positive dynamics of thermal resources and negative dynamics of precipitation. As the most effective means of preserving productivity and gross yields of field crops under the current conditions, adaptation of agrotechnologies to changing natural conditions and selection of heat-resistant and drought-resistant varieties are highly expedient.

Key words: Orenburg region, agricultural provinces, dynamics of meteorological parameters, bioclimatic potential, adaptation of agrotechnologies, selection of heat-resistant and drought-resistant varieties.

Funding: The research was conducted in the frame of SRW OFRC UB RAS (the Institute of Steppe UB RAS) «Problems of steppe nature management in condition of modern challenges: optimization of the interaction between natural and socio-economical systems», № ГР АААА-А21-12101190016-1.

For citation: Gulyanov Yu. A. To the Dialogue about the Climatic Trends of the New Century and Their Favorability for the High Realization of the Biological Potential of Field Crops in the Southern Urals. *Vestnik Voronezskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografya. Geoekologiya*, 2024, no. 3, pp 111-118 (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/111-118>

REFERENCES

1. Boldy'r' D.A., Selivanova V.Yu. Zavisimost' urozhajnosti yarovoj pshenicy ot elementov vodopotrebleniya v period vegetacii v suxostepnoj zone Nizhnego Povolzh'ya [Dependence of spring wheat yield on water consumption elements during the growing season in the dry steppe zone of the Lower Volga region]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, vol. 56, no. 3, pp. 16-24. (In Russ.)
2. Vliyanie agroekologicheskix faktorov na produktivnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenicy v usloviyax lesostepi Samarskoj oblasti [The influence of agroecological factors on the productivity and quality of winter wheat grain in the conditions

of the forest-steppe of the Samara region] / V.V. Gluxovcev, G.Ya. Maslova, N.I. Kitlyarova, M.R. Abdryaev. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, no. 2 (52), pp. 39-40. (In Russ.)

3. Gulyanov Yu. A. *Adaptaciya texnologicheskix priyomov vozdeystviya ozimoy pshenicy v stepnyx rajonax Yuzhnogo Urala* [Adaptation of technological methods of winter wheat cultivation in the steppe regions of the Southern Urals]. *Agrobiologicheskie osobennosti, texnologii vozdeystviya i parametry modelej vy'sokoproduktivnyx agrocenozov polevyx kul'tur v zasushlivyx usloviyax Yuzhnogo Urala*, 2006. pp.10-23. (In Russ.)

© Gulyanov Yu. A., 2024

✉ Yuriy A. Gulyanov, e-mail: iury.gulynov@yandex.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

4. Gulyanov Yu. A. Vozmozhnosti intellektual'ny'x cifrov'x tekhnologij v e'kologizacii landshaftno-adaptivnogo zemledeliya stepnoj zony' [The possibilities of intelligent digital technologies in the greening of landscape-adaptive agriculture of the steppe zone]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, no. 4 (78), pp. 8-11. (In Russ.)
5. Kliment'ev A. I. *Pochvy` stepnogo Zaural'ya: landshaftno-geneticheskaya i e'kologicheskaya ocenka* [Soils of the steppe Trans-Urals: landscape-genetic and ecological assessment.]. Ekaterinburg: Izdatel'stvo UrO RAN, 2000. 433 p. (In Russ.)
6. Losev A. P., Zhurina L. L. *Agrometeorologiya* [Agrometeorology]. Moscow: Kolos, 2001, 297 p. (In Russ.)
7. Maslova G. Ya., Abdryaev M. R., Sharapov I. I. Zavisimost' urozhajnosti i kachestva zerna sortov ozimoy myagkoj pshenicy ot razlichny'x meteouсловij v usloviyax lesostepi Srednego Povolzh'ya [Dependence of yield and grain quality of winter soft wheat varieties on various weather conditions in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*, 2020, no. 2 (50), pp. 42-46. (In Russ.)
8. Osnovy` tekhnologii proizvodstva zerna v zasushlivy'x usloviyax Yuga Rossii [Fundamentals of grain production technology in arid conditions of Southern Russia] / L. P. Bel'tyukov, V. B. Xronyuk, E. K. Kuvshinova i dr. *Vestnik agrarnoj nauki Dona*, 2017, no. 1-1 (37), pp. 52-64. (In Russ.)
9. Pavlova V. N., Sirotenko O. D. Nablyudaemy'e izmeneniya klimata i dinamika produktivnosti sel'skogo xozyajstva Rossii [Observed climate changes and dynamics of agricultural productivity in Russia]. *Trudy` glavnoj geofizicheskoj observatorii im. A. I. Vojekova*, 2012, no. 565, pp. 132-151. (In Russ.)
10. Problemy` adaptacii stepnogo zemlepol'zovaniya k antropogenny'm i klimaticheskim izmeneniyam (na primere Orenburgskoj oblasti) [Problems of adaptation of steppe land use to anthropogenic and climatic changes (on the example of the Orenburg region)] / Yu. A. Gulyanov, A. A. Chibilyov (ml), A. A. Chibilyov, S. V. Levy`kin. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya*, 2022, vol. 86, no. 1, pp. 28-40. (In Russ.)
11. Semyonov M. A., Komarova O. V. Ocenka uyazvimosti lesnogo xozyajstva lesostepnoj i stepnoj zon Evropejskoj chasti Rossii k naibolee veroyatny'm izmeneniyam klimata [Assessment of the vulnerability of forestry in the forest-steppe and steppe zones of the European part of Russia to the most likely climate changes]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoe'kologiya*, 2022, no. 3, pp. 76-85. (In Russ.)
12. Strategicheskie napravleniya obespecheniya e'kologicheskij i gidrometeorologicheskij bezopasnosti Rossii v usloviyax sovremenny'x klimaticheskix izmenenij [Strategic directions of ensuring ecological and hydrometeorological safety of Russia in the conditions of modern climatic changes] / A. I. Bedriczkij, S. A. Kurolap, R. M. Vil'fand, V. A. Dmitrieva. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoe'kologiya*, 2019, no. 4, pp. 5-14. (In Russ.)
13. *Temperature and precipitation*. – URL: <http://aisori-meteo.ru/waisori/select.xhtml> (accessed 10.07.2023). – Text: electronic. (In Russ.)
14. Shashko D. I. *Agroklimaticheskie resursy` SSSR* [Agro-climatic resources of the USSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1985. 248 p. (In Russ.)
15. E'kologicheskije osobennosti selekcii myagkoj yarovoj pshenicy na Yuzhnom Urale na ustojchivost` k stressovy'm situacijam [Ecological features of breeding soft spring wheat in the Southern Urals for resistance to stressful situations] / V. A. Tyunin, E. R. Shrejder, I. Yu. Kushnirenko i dr. *APK Rossii*, 2020, vol. 27, no. 5, pp. 767-771. (In Russ.)
16. Effects of ozone, drought and heat stress on wheat yield and grain quality / M. C. Broberg, F. Hayes, H. Harmens et al. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2023, vol. 352, pp. 108505.
17. Gulyanov Yu. A., Chibilev A. A. Rain-fed agriculture in the steppe and forest-steppe zone of the Ural River basin and the adaptation of agricultural technologies to changing moisture availability as a way to preserve surface water resources. *South of Russia: Ecology, Development*, 2023, no. 18 (1), pp. 117-125.
18. Maize response to localized mineral or organic NP starter fertilization under different soil tillage methods / M. Battisti, L. Zavattaro, L. Capo, M. Blandino. *European Journal of Agronomy*, 2022, vol. 138, pp. 126534.
19. Saleem S. R., Levison A., Haroon Z. Chapter 12 – Environment: role of precision agriculture technologies. *Precision Agriculture*, 2023, pp. 211-229.
20. Straffelini E., Tarolli P. Climate change-induced aridity is affecting agriculture in Northeast Italy. *Agricultural Systems*, 2023, vol. 208, pp. 103647.

Conflict of interests: The author declares no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 18.07.2023
Accepted: 30.08.2024

Гулянов Юрий Александрович
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела степеведения и природопользования института степи УрО РАН, г. Оренбург, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-5883-349X, e-mail: iury.gulynov@yandex.ru

Yuriy A. Gulyanov
Dr. Sc. (Agr.), professor, leading researcher of the Department of steppe studying and environmental management, Steppe Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-5883-349X, e-mail: iury.gulynov@yandex.ru