

ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЯЯ ВЕГЕТАЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЦЧЗ

Б.А. ДОРОХОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-1663-3959

В.В. ЧАЙКИН, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0003-2447-9944

ФГБНУ «ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА», E-mail: niish1c@mail.ru

Аннотация. Цель работы – установление характера изменений месячных температур воздуха и количества осадков за время весенне-летней вегетации озимой пшеницы (апрель-июль) и их воздействие на условия возделывания культуры. Продолжительность опыта – 47 лет (1979-2025 гг.). Установлено, что по сравнению с серединой XX века на территории Каменной Степи произошло повышение среднемесячных температур воздуха и количества осадков во все месяцы весенне-летней вегетации. Высокими прибавками температур выделились март и апрель (+3,3 и +3,0°C соответственно), а по количеству осадков – июнь (+9,8 мм). Повышение температур в марте привело к более раннему началу возобновления весенней вегетации, средняя дата которой в настоящее время наступает в конце 3-й декады марта, вместо начала 2-й декады апреля в середине прошлого века. Рост температур в течение всего весенне-летнего периода вегетации способствует ускорению созревания озимой пшеницы в регионе. Уборка начинается теперь в начале 2-й декады июля, вместо середины 3-й декады этого месяца в прошлом веке. На общем фоне увеличения осадков за время проведения наблюдений, в последнее время (2016-2025 гг.) отмечается усиление засушливости в мае и июле. Увеличение количества осадков, особенно в июне, как и тренд на их снижение в июле – положительная тенденция, способствующая улучшению условий возделывания культуры. Происходящие изменения в условиях весенне-летней вегетации озимой пшеницы на современном этапе создают более благоприятные условия для ее возделывания на юго-востоке ЦЧЗ. В гидротермической составляющей глобального потепления внутри конкретного региона существуют периоды лет разной продолжительности, связанных как с увеличением, так и с уменьшением показателей температуры и количества осадков.

Ключевые слова: весенне-летняя вегетация, озимая пшеница, температура воздуха, количество осадков.

Для цитирования: Дорохов Б.А., Чайкин В.В. Весенне-летняя вегетация озимой пшеницы в условиях меняющегося климата на юго-востоке ЦЧЗ. Зернобобовые и крупяные культуры. 2026. № 3 (59):89-94 DOI: 10.24412/2309-348X-2026-3-89-94

SPRING-SUMMER VEGETATION OF WINTER WHEAT IN CONDITIONS OF A CHANGING CLIMATE IN THE SOUTH-EAST OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

B.A. Dorokhov, V.V. Chaikin

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV VORONEZH FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER»,
Kamennaya Steppe Voronezhskaja obl., Russia, E-mail: niish1c@mail.ru

Abstract. The objective of the study was to determine the nature of changes in monthly air temperatures and precipitation during the spring-summer growing season of winter wheat (April-July) and their impact on crop cultivation conditions. The duration of the experiment was 47 years (1979-2025). It was found that, compared to the mid-20th century, the average monthly air temperatures and precipitation amount increased in all months of the spring-summer growing

season in the Kamennaya Steppe region. March and April were distinguished by large temperature increases (+3.3 and +3,0°C, respectively), and June by precipitation amount (+9.8 mm). The increase in temperatures in March led to an earlier start of the resumption of spring vegetation, the average date of which currently occurs at the end of the 3rd ten-day period of March, instead of the beginning of the 2nd ten-day period of April in the middle of the last century. The increase in temperatures throughout the spring-summer growing season contributes to the acceleration of winter wheat ripening in the region. Harvesting now begins in the early second ten-day period of July, instead of the mid-third ten-day period last century. Against a background of generally increasing precipitation over the observation period, recently (2016-2025) aridity has increased in May and July. The increase in precipitation, particularly in June, as well as the downward trend in July, is a positive trend contributing to improved growing conditions. Current changes in the spring-summer growing conditions for winter wheat are creating more favorable conditions for its cultivation in the southeast of the Central Chernozem Region. The hydrothermal component of global warming within a given region includes periods of varying lengths associated with both increases and decreases in temperature and precipitation.

Keywords: spring-summer vegetation, winter wheat, air temperature, precipitation.

Введение

Каменная Степь расположена на границе двух природно-климатических зон – южной лесостепи и северной степи. Однако климат здесь является типично степным, умеренно континентальным. В середине XX века (1946-1963 гг.) он характеризовался как преимущественно с большим недобором влаги, повышенным температурным режимом и частыми засухами (И.К. Винокуров, 1967). Идея возникновения научного учреждения в Каменной Степи имела целью создание природного ландшафта с оптимальным сочетанием площади леса, луга, пашни и воды при хозяйственном использовании в степных условиях России. Здесь же в начале XX века было организовано Степное отделение ВИР (тогда Всесоюзный институт растениеводства) для изучения и отбора среди различных сельскохозяйственных культур (зерновых, зернобобовых, масличных, бахчевых, а также трав) засухоустойчивых форм, пригодных для возделывания в местных природно-климатических условиях [1]. Но климатические условия не являются константой и на рубеже веков началось глобальное потепление, которое затронуло и Центральное Черноземье [2, 3].

Большинство этапов развития озимой пшеницы в условиях юго-востока Центрального Черноземья (от кущения до полного созревания) приходится на 4 месяца весенне-летней вегетации. Поэтому от складывающихся в эти месяцы климатических условий во многом зависит реализация хозяйственно-биологического потенциала сорта.

Цель работы – установление изменений гидротермических условий во время весенне-летней вегетации озимой пшеницы на юго-востоке Центрального Черноземья, произошедших в конце XX – начале XXI вв., и их воздействие на условия выращивания культуры.

Материал и методика исследований

Исследования проведены в Воронежском ФАНЦ им. В.В. Докучаева» (Каменная Степь). Место проведения опытов – селекционные посевы. Длительность изучения составила 47 лет (1979-2025 гг.). Определение фаз развития проводили по Методике государственного испытания сельскохозяйственных культур. При проведении расчетов использовали компьютерные программы Microsoft Excel и Statistika. Для сравнения использовали многолетние данные по температуре воздуха и осадкам, которые отмечались в Каменной Степи в середине прошлого века (В.А. Каруна, 1979).

Результаты и их обсуждение

Первый весенний месяц на юго-востоке ЦЧЗ – это окончание зимы. Средняя температура марта в середине прошлого века составляла -4,5°C, причем в течение месяца происходило ее повышение от -7,5°C в 1-й декаде до -1,4°C в 3-й декаде. За анализируемый период средняя температура месяца составила -1,2°C, что в сравнении со сравниваемой многолетней оказалось теплее на 3,3°C (табл. 1).

Таблица 1

Гидротермические условия в марте

Март	Много- летние	1979-2025		в том числе								
				1979-2000		2001-2015		2016-2025		2021-2025		
	Температура воздуха											
	°C	°C	±	°C	±	°C	±	°C	±	°C	±	
	-4,5	-1,2	+3,3	-2,5	+2,0	-0,8	+3,7	1,0	+5,5	1,0	+5,5	
	Количество осадков, мм											
	мм	мм	±	мм	±	мм	±	мм	±	мм	±	
	25	28,3	+3,3	25,8	+0,8	28,5	+3,5	33,3	+8,3	30,5	+5,5	

Весь изучаемый период мы разбили на 4 временных отрезка – окончание XX века (1979-2000 гг.), начало 1 четверти XXI века (2001-2015 гг.), а также последние 10 и 5 лет (2016-2025 и 2021-2025 гг.).

Анализ полученных данных показал рост температур, как в конце прошлого века (+2,0°C), так и на протяжении всей 1 четверти нового века (от +3,7°C в 2001-2015 гг. до +5,5°C в 2016-2025 гг.). Однако в последние годы повышение температур замедлилось, т.к. средние температуры марта в 2016-2025 гг. и в 2021-2025 гг. остались на одном уровне в 5,5°C (+1,0 °C к многолетней). Отметим также, что в 2016-2025 гг. температура марта стала положительной, вместо отрицательной, которой она была весь XX век.

Изменилось и количество выпадающих осадков. В целом их стало больше на 3,3 мм. При этом повышение идет неравномерно. В конце XX века прибавка была незначительной (0,8 мм). В 2001-2015 гг. она увеличилась на 3,5 мм, а в последующие 10 лет (2016-2025 гг.) на 8,3 мм, достигнув по общей сумме осадков максимума в 33,3 мм за месяц. Но в последние 5 лет наметилась тенденция к их уменьшению (30,5 мм с прибавкой в 5,5 мм).

Следующие весенние месяцы – апрель и май – период нарастающих положительных температур. В это время происходит возобновление активной вегетации озимой пшеницы, ее интенсивный рост и развитие.

За период с 1948 по 1978 гг. средняя дата времени возобновления весенней вегетации (ВВВВ) приходилась на 2-ю декаду апреля. Температура этой декады в 5,7 °C позволяла растениям перейти к активной весенней вегетации, начало которой отмечали 13 апреля (табл. 2).

Таблица 2

Температура воздуха в период возобновления весенней вегетации

Месяц, декада	Много- летние	1979-2025		В том числе							
				1979-2000		2001-2015		2016-2025		2021-2025	
		°C	±	°C	±	°C	±	°C	±	°C	±
Март, 3 декада	-1,4	1,3	+2,7	0,3	+1,7	1,5	+2,9	3,2	+4,6	4,7	+6,1
Апрель, 1 декада	2,5	5,8	+3,3	5,2	+2,7	5,2	+2,7	8,1	+5,6	9,3	+6,8
Апрель, 2 декада	5,7	8,7	+3,0	7,6	+1,9	9,3	+3,6	10,4	+4,7	12,2	+6,5

Потепление изменило декадные показатели температур конца марта-начала апреля. В целом за период с 1979 по 2025 г. температура 3-й декады марта возросла на 2,7°C, 1-ой декады апреля на 3,3°C и 2-ой декады апреля на 3,0°C. В результате ВВВВ с началом нового века (2001-2015 гг.) стало более ранним и приходилось на начало 1-й декады апреля, что почти на декаду раньше, чем в середине прошлого века. Но в последнем пятилетии (2021-2025 гг.) средняя температура 3-й декады марта увеличилась еще больше и достигла 4,7°C (+6,1°C к многолетней). А это уже те температуры, при которых растения начинают вегетацию. В связи с этим ВВВВ в конце 1-й четверти XXI века наступает еще раньше – уже в конце 3-й декады марта.

Таким образом, потепление изменило температурный режим начала весны. Отрицательные температуры марта, характерные для прошлого века, в конце 1 четверти нового века стали положительными. Это ускорило и наступление весны в регионе, и возобновление весенней вегетации (на 2 недели и более).

Повышение температур произошло и в последующие весенние месяцы. Апрель стал теплее на 3,0°C, а май – на 1,3°C (табл. 3).

Таблица 3

Изменение температур за время активной весенней вегетации

Месяц	Много-летние	1979-2025		в том числе							
				1979-2000		2001-2015		2016-2025		2021-2025	
Температура воздуха											
	°C	°C	±	°C	±	°C	±	°C	±	°C	±
Апрель	5,6	8,6	+3,0	7,9	+2,3	8,7	+3,1	10,1	+4,5	11,4	+5,8
Май	14,0	15,3	+1,3	14,8	+0,8	16,3	+2,3	14,9	+0,9	14,4	+0,4

В конце прошлого века (1979-2000 гг.) температуры апреля вышли на уровень в 7,9°C, а в 2001-2015 и 2016-2025 гг. – 8,7 и 10,1°C с прибавками к многолетней в +2,3, +3,1 и +4,5°C соответственно. Максимального значения в 11,4°C (+5,8°C) температуры в этом месяце достигли в 2021-2025 гг.

Температуры в мае увеличивались на 0,8°C в 1979-2000 гг. и на 2,3°C в 2001-2015 гг., достигнув при этом максимума в 16,3°C. В последующие годы (2016-2025 и 2021-2025 гг.) они стали понижаться. Средние их значения в эти периоды составили 14,9 и 14,4°C (прибавки +0,9 и +0,4°C соответственно). В результате средние температуры мая в конце 1 четверти XXI века хотя и увеличились, но незначительно (14,4°C) в сравнении с температурами середины XX века (14,0°C).

Из этого следует, что интенсивность нарастания температур в апреле оказалась выше, чем в мае. При этом разница между их месячными значениями сократилась. Теперь (в 2021-2025 гг.) май теплее апреля всего на 3°C, в то время, как в середине прошлого века эта разница доходила до 8,4°C.

В апреле и мае растения озимой пшеницы последовательно проходят фазы кущения, трубкования и колошения. Повышение температур в эти месяцы привело к более раннему наступлению перечисленных фаз развития. Так, если ранее средняя дата наступления начала выхода в трубку отмечалась 4 мая, то в настоящее время в это время растения находятся уже на стадии формирования 2-3 междоузлия. Для растений, находящихся в этой фазе, особенно опасны майские заморозки, которые нередки в начале месяца в нашем регионе. В свою очередь, из-за раннего наступления трубкования раньше наступает и колошение. Вместо середины 1 декады июня (6 июня) по многолетней, оно теперь происходит в начале или середине 3 декады мая.

Одновременно с повышением температуры изменилось и количество выпадающих осадков. В целом их стало выпадать больше. Однако прибавки небольшие – +2,5 мм в апреле и +0,9 мм в мае (табл. 4). К тому же за общими суммами роста месячных осадков стоит неравномерность их выпадения, как по месяцам, так и по отдельным периодам времени.

Таблица 4

Количество осадков за время активной весенней вегетации

Месяц	Много-летние	1979-2025		в том числе							
				1979-2000		2001-2015		2016-2025		2021-2025	
Количество осадков											
	мм	мм	±	мм	±	мм	±	мм	±	мм	±
Апрель	32	34,5	+2,5	30,9	-1,1	33,6	+1,6	43,9	+11,9	36,2	+4,2
Май	43	43,9	+0,9	45,8	+2,8	44,7	+1,7	38,3	-4,7	36,2	-6,8

Окончание XX века в апреле (1979-2000 гг.) характеризовалось снижением количества осадков на 1,1 мм, а 1-я четверть XXI века их увеличением, причем наиболее сильным (+11,9

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (59) 2026 г. мм) в период с 2016 по 2025 гг. Однако, в 2021-2025 гг. их рост замедлился, прибавка сократилась до +4,2 мм. В мае, наоборот, осадки росли в конце прошлого века (+2,8 мм), но затем стали сокращаться. Особенно сильно это происходит в последнее время – 2016-2025 гг. и в 2021-2025 гг. (-4,7 и -6,8 мм соответственно).

За время летней вегетации (июнь и июль) растения в своем развитии последовательно проходят фазы от образования зерновки до полного созревания. От складывающихся в эти месяцы гидротермических условий во многом зависит величина и качество будущего урожая. Как и весной, температуры летом стали выше (табл. 5). Однако рост в июне (+1,1°C) и июле (+0,8°C) оказался ниже, чем в весенние месяцы, особенно, если сравнить их с температурами марта и апреля.

Таблица 5

Изменение температур воздуха за время летней вегетации

Месяц	Много-летние	1979-2025		в том числе							
				1979-2000		2001-2015		2016-2025		2021-2025	
Температура воздуха											
	°C	°C	±	°C	±	°C	±	°C	±	°C	±
Июнь	18,0	19,1	+1,1	18,9	+0,9	19,0	+1,0	19,6	+1,6	19,5	+1,5
Июль	20,1	21,0	+0,9	20,0	+0,1	21,7	+1,6	22,0	+1,9	22,4	+2,3

Наиболее существенное повышение произошло уже в новом веке. Если в 1979-2000 гг. прибавки температур были небольшими и составили всего +0,9°C в июне и +0,1°C в июле, то за последние 10 лет первой четверти XXI века (2016-2025 гг.) они стали выше на 1,6 и 1,9°C соответственно. Отметим также, что в 2021-2025 гг. рост температур в июне замедлился (прибавка снизилась до +1,5°C), а в июле, наоборот, увеличился (+2,3°C).

Вместе с повышением температур увеличилось и количество выпадающих в летние месяцы осадков. В июне их стало больше на 9,8 мм, а в июле – на 0,8 мм (табл. 6).

Таблица 6

Количество осадков за время летней вегетации

Месяц	Много-летние	1979-2025		в том числе							
				1979-2000		2001-2015		2016-2025		2021-2025	
	мм	мм	±	мм	±	мм	±	мм	±	мм	±
Июнь	53	62,8	+9,8	59,1	+6,1	66,1	+13,1	66,6	+13,6	65,4	+12,4
Июль	57	57,8	+0,8	63,6	+6,6	52,8	-4,2	51,7	-5,3	54,5	-2,5

Как и в весенние месяцы, рост осадков имеет свои особенности. В июне их количество увеличивалось и в конце прошлого века, и в нынешнем, достигнув максимума в 2016-2025 гг. (+13,6 мм), но немного снизившись в 2021-2025 гг. (+12,4 мм). В июле же после роста в конце прошлого века (+6,6 мм), на протяжении всей первой четверти XXI века отмечалось их снижение – от -4,2 мм в 2001-2016 гг. до -5,3 и -2,5 мм в 2016-2025 гг. 2021-2025 гг. соответственно.

В июне растения озимой пшеницы последовательно проходят фазы развития от образования зерновки до молочной или молочно-восковой спелости, а в июле наступает полное созревание и происходит уборка. От складывающихся в это время погодных условий во многом зависит формирование крупности зерна, а также его качество. Отмечаемое увеличение температуры и, прежде всего, количества осадков в июне являются благоприятными факторами при возделывании культуры. Равно как и рост температуры и снижение количества осадков в июле способствуют улучшению условий для созревания и уборки урожая. Сухая, с меньшим количеством осадков погода в это время снижает возможные потери урожайности и качества зерна, которые могут отмечаться при дождливой погоде.

Выводы

1. По сравнению с серединой XX века, за период с 1979 по 2025 гг. на территории Каменной Степи произошло повышение среднемесячных температур во все месяцы весенне-

летней вегетации. При этом в марте и апреле стало теплее на 3,3 и 3,0°C, а в мае, июне и июле – на 1,3; 1,1 и 0,9°C соответственно. Тенденция к дальнейшему повышению температур в конце 1-й четверти XXI века отмечается в апреле и июле.

2. За время наблюдений увеличилось и количество выпадающих осадков. Выделяется июнь с прибавкой в 9,8 мм к сравниваемой многолетней. В остальные месяцы прибавки варьировали от +0,8 (июль) до +3,3 мм (март).

3. Повышение температур в марте привело к более раннему началу возобновления весенней вегетации, средняя дата которой в настоящее время наступает в конце 3-й декады марта, вместо начала 2-й декады апреля в середине прошлого века. Более раннее возобновление вегетации – благоприятный фактор климатических изменений, т.к. сокращается период негативного воздействия зимних стрессов на растения в период перезимовки.

4. Рост температур в течение всего весенне-летнего периода вегетации способствует ускорению созревания озимой пшеницы в регионе. Начало уборки приходится теперь на начало 2-й декады июля, вместо середины 3-й декады в XX веке. Более раннее начало уборки и, как следствие, сокращение общего вегетационного периода является положительным фактором изменения климата, т.к. снижает риски потерь от негативного воздействия биотических и абиотических факторов на зерно созревших растений, а также увеличивает продолжительность периода между уборкой и следующим за ней посевом.

5. На общем фоне увеличения количества осадков в последнее время (2016-2025 гг.), особенно, в июне, (в это время происходит формирование зерновки, налив, а также наступает молочная спелость), как и тренд на их снижение в июле, когда наступает полное созревание и уборка – положительные тенденции, способствующие улучшению условий возделывания культуры,

Однако при этом отмечается усиление засушливости в мае.

6. Полученные результаты подтверждают вывод о том, что в условиях глобального потепления климата гипотеза об усилении аридизации имеет свои особенности [4]. Внутри гидротермической составляющей потепления в конкретных регионах существуют периоды лет разной продолжительности, связанных как с увеличением, так и с уменьшением показателей температуры и количества осадков.

7. Происходящие изменения в условиях весенне-летней вегетации озимой пшеницы на современном этапе в условиях юго-востока ЦЧЗ в целом создают более благоприятные условия для ее возделывания.

Литература

1. Турусов В.И., Дорохов Б.А. ВИР в истории Каменной Степи. // Историко-биологические исследования. – 2020. – Т. 12. – Выпуск 3. – С. 32-45. DOI 10.24411/2076-8176-2020-13003
2. Иванов А.Л. Глобальное изменение климата и его влияние на сельское хозяйство России. // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 3-5.
3. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. и др. Закономерности трансформации почвенных и биотических компонентов агроландшафтов Центрального Черноземья в условиях современных климатических изменений. // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Материалы научно-практической конференции. Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия». – 2019. – Т. 2. – С. 201-205.
4. Золотокрылин А. Н., Черенкова Е. А., Титкова Т. Б. Аридизация засушливых земель Европейской части России и связь с засухами. // Известия РАН. Серия географическая. – 2020. – Т. 84. – № 2. – С. 207-217. DOI: 10.31857/S258755662002017X

References

1. Turusov V.I., Dorokhov B.A. VIR in the history of the Kamennaja Steppe. *Istoriko-biologicheskije issledovaniya*, 2020, v. 12, Issue 3, pp. 32-45. DOI 10.24411/2076-8176-2020-13003 (In Russian).
2. Ivanov A.L. Global climate change and its impact on Russian agriculture. *Zemledelie*, 2009, no. 1, pp. 3-5. (In Russian).
3. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. et al. Patterns of transformation of soil and biotic components of agricultural landscapes of the Central Black Earth Region under conditions of modern climate change. *Global climate change: regional effects, models, forecasts Voronezh: Izdatel'stvo «Tsifrovaya poligrafiya»*. 2019, v. 2, pp. 201-205. (In Russian).
4. Zolotokrylin A. N., Cherenkova E. A., Titkova T. B. Aridization of arid lands in the European part of Russia and its connection with droughts. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*. 2020, v. 84, no 2, pp. 207-217. DOI: 10.31857/S258755662002017X (In Russian).