

КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ
CLIMATIC RESOURCES
КЛИМАТЫЧНЫЯ РЭСУРСЫ

УДК 551.583:633.1 (476)

В. И. Мельник¹, Ю. А. Бровка¹, Ю. А. Бондаренко¹, И. В. Буяков¹, Т. Г. Шумская²

*Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: v.melnik 2016@mail.ru*

*²Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения
и мониторингу окружающей среды, Минск, Беларусь, e-mail: apm_agro@hmc.by*

**ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ
В ПЕРИОД ОСЕННЕГО СЕВА ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Аннотация. Впервые оценены пространственно-временные изменения теплообеспеченности (месячной температуры воздуха, сумм температур воздуха, дат перехода температуры воздуха через +5 °С осенью), условий увлажнения (месячных сумм осадков, гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК), запасов продуктивной влаги в пахотном слое почвы 0–20 см, повторяемости почвенных засух) периода осеннего сева озимых зерновых культур в условиях изменения климата на территории Беларуси за 1989–2020 гг.

Ключевые слова: изменение климата, теплообеспеченность и влагообеспеченность территории, агроклиматические показатели увлажнения, почвенная засуха

V. I. Melnik¹, Yu. A. Brovka¹, Yu. A. Bondarenko¹, I. V. Buyakov¹, T. G. Shumskaya²

*¹Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: v.melnik 2016@mail.ru*

*²Republican Center for Hydrometeorology, Control of Radioactive Contamination and Environmental Monitoring,
Minsk, Belarus, e-mail: apm_agro@hmc.by*

**ASSESSMENT OF CHANGES IN AGRO-CLIMATIC RESOURCES ON THE TERRITORY
OF BELARUS DURING THE AUTUMN SOWING OF WINTER GRAIN CROPS**

Abstract. In this work such indicators as spatial and temporal changes in heat supply (monthly air temperature, sums of air temperatures, dates of air temperature transition through +5 °C in autumn), moisture conditions (monthly precipitation sums, Selyaninov's hydrothermal coefficient (HTC), productive moisture reserves in the topsoil 0–20 cm, drought frequency) during the autumn sowing of winter grain crops under the conditions of climate change on the territory of Belarus for 1989–2020 were evaluated for the first time.

Keywords: climate change, heat supply and moisture supply of the territory, agro-climatic indicators of moisture, soil drought

В. І. Мельнік¹, Ю. А. Броўка¹, Ю. А. Бандарэнка¹, І. В. Буякоў¹, Т. Р. Шумская²

*Інстытут прыродакарыстання Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, Мінск, Беларусь,
e-mail: v.melnik 2016@mail.ru*

*²Рэспубліканскі цэнтр па гідраметэаралогіі, кантролі радыеактыўнага забруджвання
і маніторынгу навакольнага асяроддзя, Мінск, Беларусь, e-mail: apm_agro@hmc.by*

**АЦЭНКА ЗМЯНЕННЯЎ АГРАКЛІМАТЫЧНЫХ РЭСУРСАЎ НА ТЭРЫТОРЫІ БЕЛАРУСІ
У ПЕРЫЯД ОСЕННЯГА СЕВУ АЗІМЫХ ЗЕРНАВЫХ КУЛЬТУР**

Анотацыя. Упершыню ацэнены прасторава-часавыя змяненні цеплазабяспечанасці (месячнай тэмпературы паветра, сум тэмператур паветра, дат пераходу тэмпературы паветра праз +5 °С восенню), умоў увільгатнення (месячных сум ападкаў, гідратэрмічнага каэфіцыента Селянінава (ГТК), запасаў прадуктыўнай вільгаці ў ворным слаі глебы 0–20 см, паўтаральнасці глебавых засух) перыяду восенняскай сяўбы азімых збожжавых культур ва ўмовах змены клімату на тэрыторыі Беларусі за 1989–2020 гг.

Ключавыя словы: змяненне клімату, цеплазабяспечанасць і вільгацезабяспечанасць тэрыторыі, агракліматычныя паказчыкі увільгатнення, глебавая засуха

Введение. Изменение климата является одной из важнейших проблем XXI века, охватывающей экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития любой страны, в том числе и Республики Беларусь. Республика Беларусь характеризуется развитым сельским хозяйством, которое является базовой отраслью экономики и вносит значительный вклад в создание ее валового внутреннего продукта. Наблюдаемое в последние несколько десятилетий на территории Беларуси изменение климата, сопровождающееся ростом температуры воздуха, увеличением продолжительности вегетационного периода, ростом повторяемости волн тепла и засух, оказывает существенное влияние на сельское хозяйство [1, 2]. Все это требует учета изменившихся агроклиматических условий при планировании сельскохозяйственных работ и мероприятий и, в частности, уточнения оптимальных сроков сева озимых культур. Для этого необходимо детальное изучение тепло- и влагообеспеченности осеннего периода. Цель исследования – дать оценку изменений теплообеспеченности и условий увлажнения территории Беларуси в период осеннего сева озимых зерновых культур в условиях современного потепления климата в 1989–2020 гг.

Материалы и методы исследований. Исходными данными для выполнения работы являются: данные Государственного климатического кадастра, агрометеорологических наблюдений государственной сети гидрометеорологических наблюдений Республики Беларусь. Анализ материалов, построение рисунков, таблиц выполнено с применением программного пакета MS Office Excel. Для анализа пространственных особенностей изменения средних значений температуры и осадков в период потепления климата 1989–2020 гг. по сравнению с предшествующим периодом 1960–1988 гг. использовали разработанный в Институте природопользования НАН Беларуси сеточный архив метеорологических данных государственной сети гидрометеорологических наблюдений Республики Беларусь с 1945 по 2020 г. Для анализа изменений пространственного распределения ГТК на территории Беларуси использовали созданную в среде MATLAB компьютерную программу.

Результаты и их обсуждение

Оценка изменения температуры воздуха осеннего периода на территории Беларуси в условиях изменения климата. С 1989 г. на территории Беларуси отмечается самый продолжительный период потепления за период инструментальных наблюдений на протяжении последних почти 130 лет (с 1881 года). С 1989 по 2020 г. среднегодовая температура воздуха по Беларуси превысила климатическую норму ВМО (1961–1990 гг.) в среднем на 1,3 °С, в Гомельской области – на 1,4 °С. В самом теплом 2020 г. среднегодовая температура воздуха превысила климатическую норму ВМО на 3,2 °С и составила 9,1 °С. Из 20 самых теплых лет за весь период метеорологических наблюдений 16 лет пришлось на период потепления (1989–2020 гг.) (рис. 1).

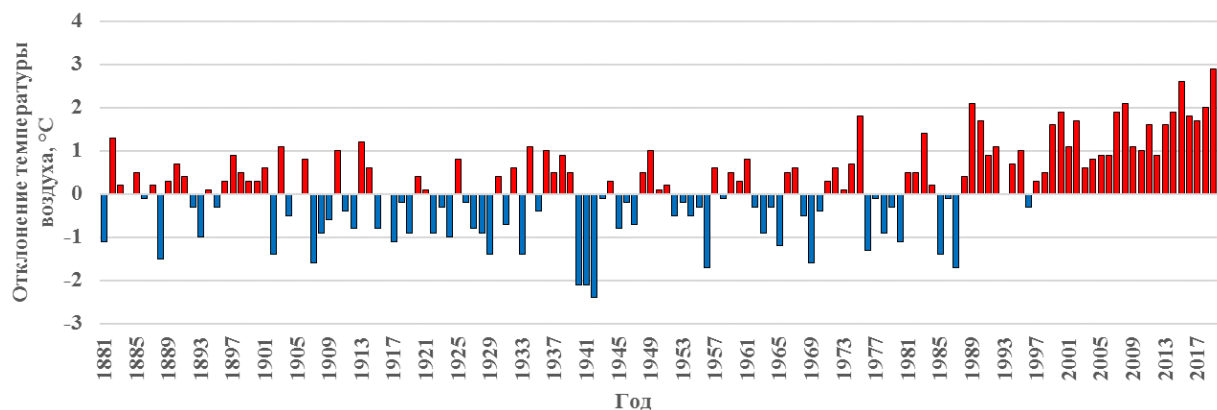


Рис. 1. Отклонения среднегодовой температуры воздуха от климатической нормы 1961–1990 гг. (+5,9 °С) за период инструментальных наблюдений

Потепление климата в Беларуси наблюдалось во все без исключения месяцы года и наиболее выражено в зимне-весенний (январь–апрель), а также в летний (июль–август) и осенний (сентябрь–октябрь) сезоны года (рис. 2).

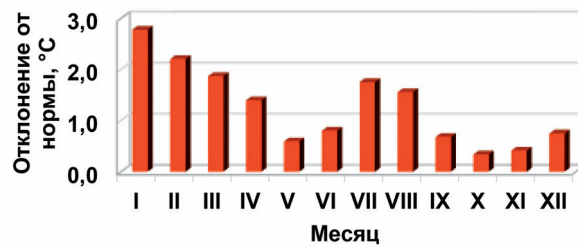


Рис. 2. Отклонение средней месячной температуры воздуха по Беларуси за 1989–2020 гг. от климатической нормы

Исследования показали рост температуры воздуха в осеннее время за период потепления по сравнению с предшествующим периодом, особенно в Витебской области. Для анализа пространственных особенностей изменения средних значений температуры и осадков в период потепления климата (1989–2020 гг.) по сравнению с периодом до потепления (1960–1988 гг.) использовали разработанный в Институте природопользования НАН Беларуси сеточный архив метеорологических данных государственной сети гидрометеорологических наблюдений Республики Беларусь с 1945 по 2020 г. [3]. Пространственные особенности изменения месячных температур осеннего периода на территории Беларуси за периоды до и после потепления представлены на рис. 3.

Анализ показал, что средняя температура воздуха в период 1989–2020 гг. статистически значимо (5 %-ный уровень ошибки по критерию Стьюдента) растет в сентябре. Статистически

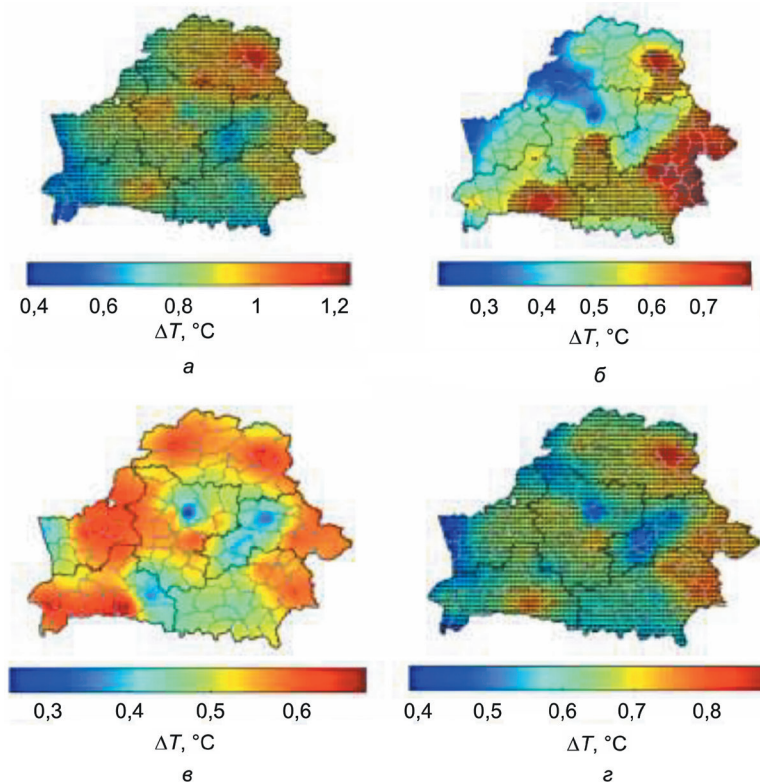


Рис. 3. Разность месячных температур осеннего периода на территории Беларуси до потепления (1960–1988 гг.) и в период потепления (1989–2020 гг.): а – сентябрь, б – октябрь, в – ноябрь, г – сентябрь–ноябрь
Точками показаны статистически значимые различия, уровень значимости 0,05

значимое увеличение температуры воздуха в сентябре отмечается во всех регионах, а наибольшие значения разности температур (0,9–1,1 °С) – в северо-западной части Беларуси. В октябре наиболее значимы разности температур (0,5–0,7 °С) в центральных и восточных регионах страны. В ноябре на большей части территории Беларуси увеличение температуры воздуха за период потепления составляет 0,5–0,6 °С. В целом за осенний период (сентябрь–ноябрь) увеличение температуры статистически значимо во всех регионах и изменяется от 0,4–0,5 °С в отдельных пунктах западной части республики до 0,6–0,8 °С в центральной и восточной части страны.

Указанные пространственно-временные особенности отклонения температуры показывают повышение температуры воздуха в осенний период во всех областях в каждый из месяцев. Как видно из рис. 3, рост температуры воздуха неравномерен по территории, и это важно учитывать при расчетах оптимальных сроков сева озимых зерновых культур осенью. Интенсивный рост температуры воздуха осенью при недостаточном увлажнении оказывает негативное влияние на условия развития озимых зерновых культур, особенно в южных регионах.

Оценка изменения теплообеспеченности территории Беларуси в осенний период по суммам температур в условиях потепления климата. Сумма температур, как показатель уровня теплообеспеченности растений за определенный период на конкретной территории, широко используется в агрометеорологии. В данной работе при подсчете сумм активных температур воздуха использовали период с первого сентября до даты перехода температуры воздуха через +5 °С осенью. Этот период включает в себя начало сева озимых зерновых культур, их вегетацию и прекращение вегетации. Для оценки изменения агроклиматических ресурсов по условиям теплообеспеченности территории Республики Беларусь в период осеннего сева озимых зерновых культур использованы периоды 1960–1988 гг. (до потепления) и 1989–2020 гг. (современный период потепления). На большей части территории Беларуси переход среднесуточной температуры воздуха через +5 °С осенью в условиях изменения климата происходит в период с 23 по 31 октября, в южных и западных районах Брестской области – с 1 по 6 ноября. Сроки перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С осенью за период потепления незначительно сместились на более поздние. В большинстве пунктов наблюдений в условиях изменения климата переход среднесуточной температуры воздуха через +5 °С отмечается на 1–3 дня позже сроков, характерных для предшествующего потеплению периода, в Могилевской области – на 3–5 дней. Только в Гродненской области сдвиг дат перехода осенью на более поздние сроки менее заметный (табл. 1).

Таблица 1. Изменения дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха осенью через +5 °С на территории Беларуси по пунктам наблюдений

Пункт наблюдений	Период, гг.	
	1989–2020	1960–1988
<i>Витебская область</i>		
Верхнедвинск	24 X	24 X
Полоцк	25 X	23 X
Шарковщина	25 X	24 X
Витебск	25 X	21 X
Лепель	23 X	23 X
<i>Минская область</i>		
Вилейка	25 X	25 X
Борисов	26 X	24 X
Минск	26 X	25 X
Марьина Горка	27 X	24 X
<i>Гродненская область</i>		
Лида	30 X	29 X
Гродно	31 X	01 XI
Новогрудок	24 X	24 X
Волковыск	30 X	30 X

Окончание табл. 1

Пункт наблюдений	Период, гг.	
	1989–2020	1960–1988
<i>Могилевская область</i>		
Горки	22 X	19 X
Могилев	25 X	20 X
Славгород	26 X	21 X
Бобруйск	27 X	23 X
<i>Брестская область</i>		
Барановичи	29 X	27 X
Пружаны	01 XI	31 X
Пинск	03 XI	02 XI
Брест	06 XI	03 XI
<i>Гомельская область</i>		
Жлобин	27 X	25 X
Гомель	28 X	25 X
Василевичи	29 X	29 X
Житковичи	29 X	29 X
Брагин	29 X	26 X

В среднем по административным областям дата перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С в период потепления изменяется от 24 октября в Витебской области до 1 ноября в Брестской области.

Самые ранние даты перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С осенью в условиях современного потепления климата приходятся на первую декаду октября. Но такое наблюдается не часто. С начала 2000-х годов увеличилась повторяемость лет, когда среднесуточная температура воздуха в ноябре продолжительное время удерживается выше +5 °С, и сроки перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С осенью смещались на ноябрь. При этом самые поздние даты перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С в теплые осенние периоды приходятся на 19–26 ноября.

Сумма активных температур выше +5 °С за период с 1 сентября до даты перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С в 1989–2020 гг. в среднем составляет от 468–493 °С в Городокском, Поставском, Докшицком, Лепельском и Оршанском районах Витебской области, а также в Горецком районе Могилевской области до 500–600 °С на большей части территории Беларуси. В крайних южных и юго-западных районах республики сумм активных температур выше +5 °С накапливается больше 605–645 °С (Брест – 690 °С).

Таблица 2. Изменение сумм температур воздуха (°С) в осенний период (сентябрь–ноябрь) на территории Беларуси

Область	Период, гг.		Разность
	1989–2020	1960–1988	
Витебская	497	455	42
Минская	539	504	35
Гродненская	562	528	34
Могилевская	517	469	48
Брестская	613	560	53
Гомельская	590	546	44

В разрезе областей сумма активных температур выше +5 °С за период с 1 сентября до даты перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С в условиях современного потепления климата составляет в среднем от 497 °С в Витебской области, 517 °С в Могилевской области, до 590 и 613 °С в Гомельской и Брестской областях соответственно. Больших различий в приросте термических ресурсов между регионами не отмечено – 34–53 °С. Самые холодные

периоды осенней вегетации в условиях изменения климата наблюдались в 1992-м, 1993-м и 2002-м годах. В указанные годы с 1 сентября до даты перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С активных температур выше +5 °С накапливалось всего от 325–330 °С в ряде районов Витебской и на севере Могилевской областей, до 430–470 °С в южной части Беларуси [4]. Наиболее теплая погода в период осенней вегетации наблюдалась в 2020-м, а также в 2019-м и 2018-м годах. Максимальная сумма активных температур выше +5 °С за период с 1 сентября до даты перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С накопилась в 2020-м году и на большей территории Беларуси составила 750–850 °С, в южных районах страны – 880–900 °С, в Бресте – около 950 °С. Это в основном на 250–300 °С больше средних многолетних показателей для периода потепления климата (табл. 2).

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что в условиях изменения климата (1989–2020 гг.) теплообеспеченность растений осенью улучшилась. Прирост тепла обусловлен в большей степени повышением температурного режима, а в отдельных областях (Могилевская) и увеличением продолжительности осенней вегетации.

Оценка увлажнения осеннего периода территории Беларуси в условиях изменения климата по осадкам. Анализ количества осадков за период 1989–2020 гг. показывает, что их количество в целом по стране увеличилось на 3–4 % по сравнению с климатической нормой (1961–1990 гг.) (рис. 4).

Отмечается тенденция к уменьшению количества осадков в отдельные месяцы теплого периода года (июнь, август, ноябрь) и к увеличению в мае, июле, сентябре и октябре. В остальные месяцы года количество осадков оказалось выше или около нормы 1961–1990 гг. (рис. 5). Наибольший рост количества осадков за период изменения климата отмечен в феврале (28 %), наибольшее уменьшение суммы осадков отмечено в июне (8 %), августе (14 %).

В сравнении с периодом до потепления климата в большинстве областей (кроме Витебской) наблюдается четкая тенденция к уменьшению количества осадков в последний летний месяц – в среднем по областям на 4–9 мм или 9–10 %. Увеличение количества осадков происходит главным образом в октябре, в сентябре – колебания незначительные. На рис. 6 представлено пространственное распределение разностей месячных значений осадков осеннего периода на территории Беларуси до потепления (1960–1988 гг.) и в период потепления климата (1989–2020 гг.). Приведенные значения изменения количества осадков в августе необходимы для оценки условий начала сева озимых зерновых культур.

Как следует из рис. 6, в августе отмечается рост количества осадков на севере Беларуси и их уменьшение на большей части территории, статистически значимое в северной части Гомельской области, в южных и восточных районах Могилевской области. В сентябре наблюдаются статистически незначимые изменения среднего количества осадков, противоположные по знаку в северной и южной частях Беларуси. В октябре увеличение суммы осадков наблюдается во всех областях, наиболее значимо оно в восточной части Беларуси. В целом за август–октябрь среднее количество осадков за период потепления превышает среднее количество осад-

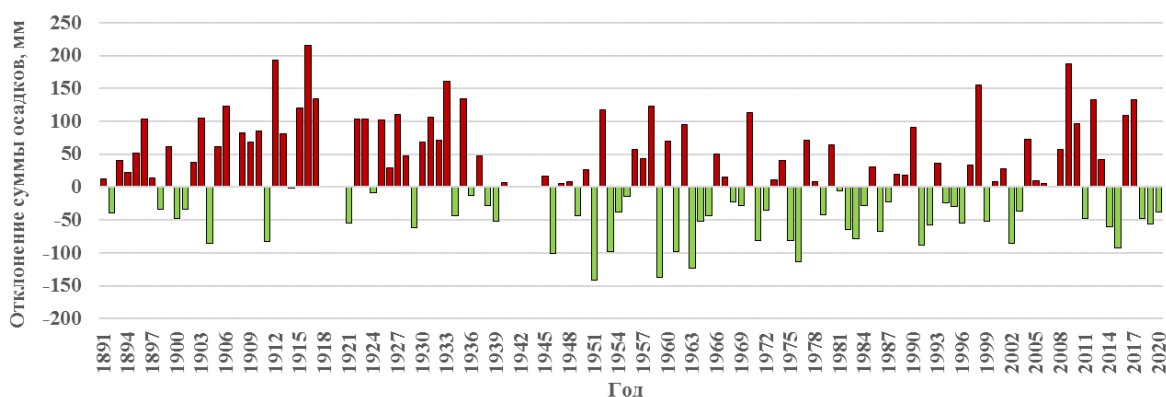


Рис. 4. Отклонение годовых сумм осадков (мм) от климатической нормы 1961–1990 гг. (632 мм) за период инструментальных наблюдений

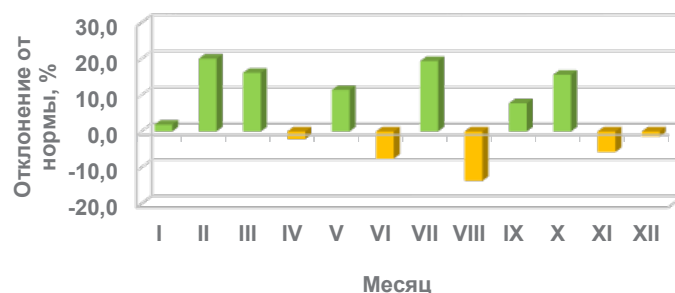


Рис. 5. Отклонение месячных сумм осадков (%) за 1989–2020 гг. на территории Беларуси от климатической нормы

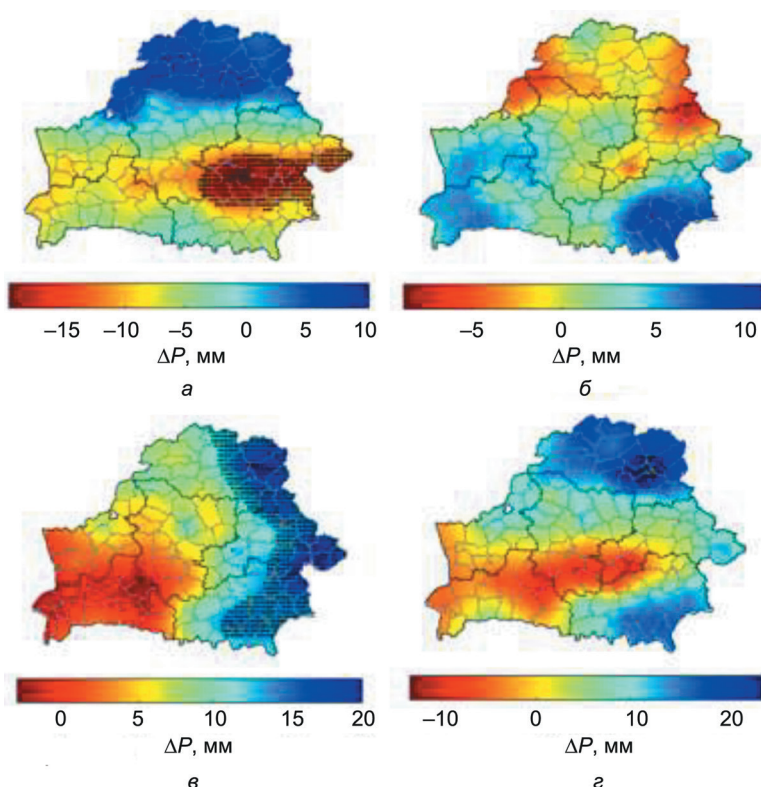


Рис. 6. Разность месячных значений осадков осеннего периода на территории Беларуси до потепления (1960–1988 гг.) и период потепления климата (1989–2020 гг.): а – август, б – сентябрь, в – октябрь, з – август–октябрь. Точками показаны статистически значимые различия, уровень значимости 0,05

ков за 1960–1988 гг. на большей части территории Беларуси за исключением Брестской области. Наиболее значимо изменение осадков за 1989–2020 гг. в Витебской области. Самые влажные периоды осенней вегетации на многих пунктах наблюдений отмечались в 1990-м, 1992-м и 2017-м годах, преимущественно в северной части республики – в 1997-м, 1998-м и 2009-м годах. Количество выпавших осадков за сентябрь–октябрь по данным ряда наблюдательных пунктов в указанные годы достигало 180–230 мм, в северо-западной части Беларуси – 240–260 мм (Верхнедвинск – 291 мм) при средней многолетней величине около 100–140 мм.

Самые засушливые периоды осенней вегетации наблюдались в 2000-м, 2005-м и 2014-м годах. В эти годы в большинстве наблюдательных пунктов количество выпавших осадков за период сентябрь–октябрь не превышало 20–55 мм, в Бресте, Пинске, Бобруйске, Слуцке и Ошмянах в самый сухой год количество осадков уменьшалось до 17–19 мм.

Оценка увлажнения территории по ГТК. В данной работе для оценки увлажнения территории, наряду с количеством осадков, использовали гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК).

Справочно. Гидротермический коэффициент по Г. Т. Селянинову (ГТК) – это отношение суммы осадков за определенный период (обычно месяц и более) к сумме температур воздуха выше 10 °С за тот же период, уменьшенной в 10 раз. По ГТК характеризуют следующие условия увлажнения территории: больше 1,6 – влажные, от 1,6 до 1,3 – оптимальные, от 1,3 до 1,0 – слабозасушливые, от 1,0 до 0,7 – засушливые, от 0,7 до 0,4 – очень засушливые, от 0,4 до 0,2 – сухие, от 0,2 и меньше – очень сухие [5].

Пространственное распределение ГТК в августе–сентябре в период современного потепления климата (1989–2020 гг.) и в предыдущий период (1960–1988 гг.) представлено на рис. 7.

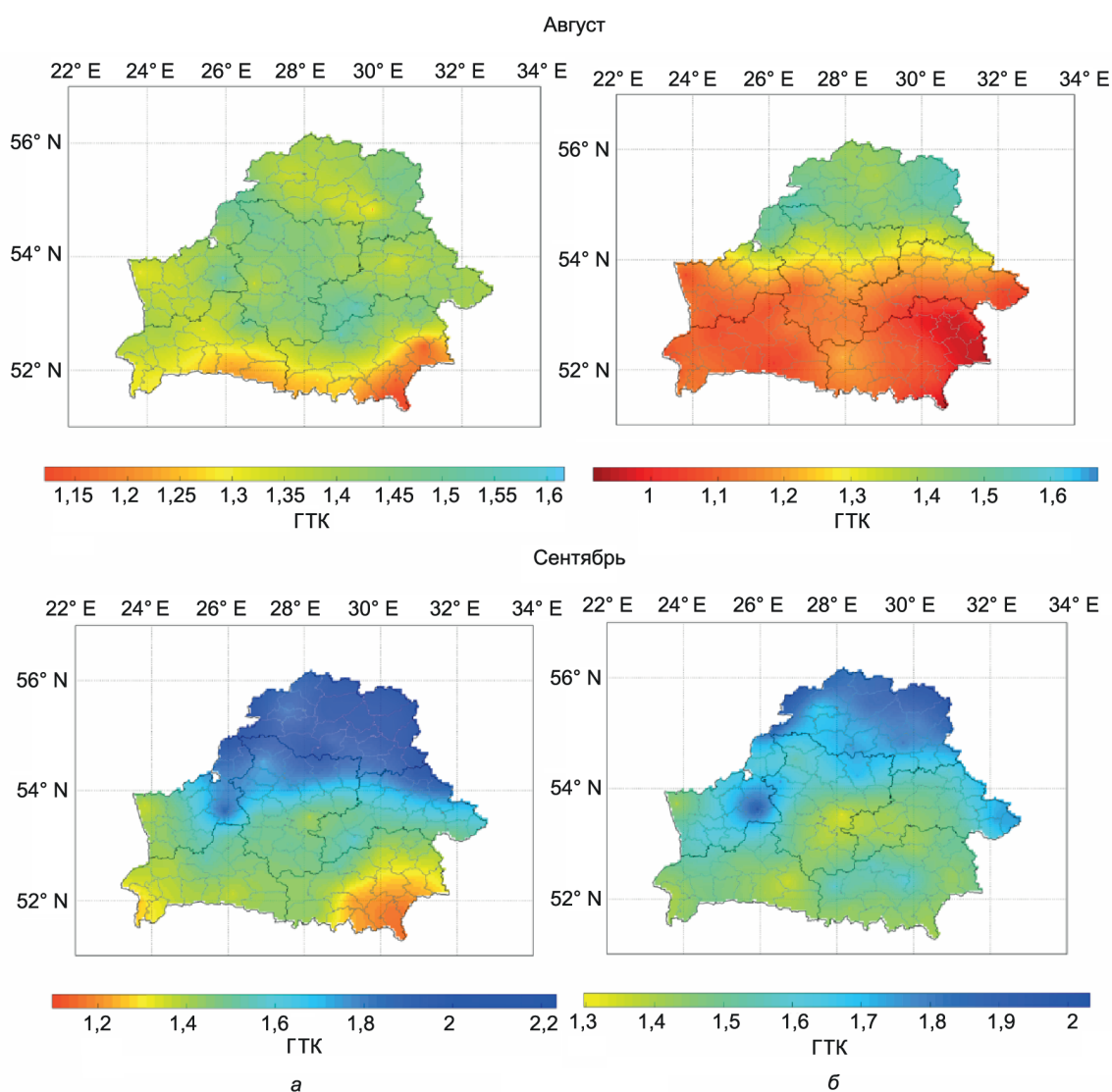


Рис. 7. Пространственное изменение гидротермического коэффициента на территории Беларуси в 1960–1988 гг. (а) и 1989–2020 гг. (б)

В августе в период 1989–2020 гг. наблюдается уменьшение ГТК на большей части территории (южнее 54° с. ш.): формируются слабозасушливые, а на юго-востоке (в районе Гомеля) засушливые (ГТК = 0,9–1) условия. В сентябре в период потепления климата преимущественно для северной части и отдельных западных и восточных районов страны сохраняется избыточное увлажнение, однако площадь его распространения и значения ГТК уменьшаются. Увеличение увлажнения до оптимальных значений характерно для крайнего юго-запада и юго-восточной части Гомельской области; в период 1960–1988 гг. на этой территории отмечались слабозасушливые условия.

Оценка повторяемости почвенных засух в период осеннего сева озимых культур в условиях изменения климата. Повторяемость почвенных засух на территории Беларуси по пунктам наблюдений в осенний период приведена в табл. 3. Началом почвенной засухи в соответствии с установленными критериями считались запасы продуктивной влаги 10 мм и менее в слое 0–20 см [6]. Этот критерий был взят за основу при расчетах повторяемости и продолжительности почвенных засух.

Таблица 3. Повторяемость почвенных засух в слое 0–20 см по административным областям (по факту наличия засухи на 30 % и более метеостанций области, хотя бы в одну декаду)

Область	Месяц			
	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
Брестская	60,0	30,0	3,3	0,0
Витебская	26,7	6,7	0,0	0,0
Гомельская	66,7	36,7	10,0	3,3
Гродненская	50,0	23,3	6,7	0,0
Минская	53,3	16,7	0,0	0,0
Могилевская	50,0	13,3	6,7	0,0

Продолжительность почвенных засух. Нередко во время вегетации растений почвенная засуха в пахотном слое может удерживаться на протяжении трех декад подряд и более. Такая засуха считается опасным агрометеорологическим явлением. Почвенная засуха продолжительностью три декады и более условно названа сильной засухой [6]. Наибольшая повторяемость сильных засух наблюдается в Брестской и Гомельской областях в июне и августе, что объясняется в первую очередь существенным уменьшением осадков в эти месяцы за период потепления. Повторяемость (%) лет с почвенной засухой продолжительностью месяц и более в осенний период по пунктам гидрометеорологических наблюдений приведена в табл. 4.

Таблица 4. Повторяемость (%) лет с почвенной засухой продолжительностью месяц и более по пунктам наблюдений

Пункт наблюдений	Период			
	август	сентябрь	октябрь	сентябрь–октябрь
Езерище	3,3	0,0	0,0	0,0
Верхнедвинск	0,0	0,0	0,0	0,0
Полоцк	6,7	0,0	0,0	0,0
Шарковщина	3,3	0,0	0,0	0,0
Витебск	0,0	0,0	0,0	0,0
Лынтупы	6,7	0,0	0,0	0,0
Докшицы	0,0	0,0	0,0	0,0
Лепель	3,3	0,0	0,0	0,0
Сенно	6,7	0,0	0,0	0,0
Орша	3,3	0,0	0,0	0,0
Вилейка	6,7	3,3	0,0	3,3
Борисов	0,0	0,0	0,0	0,0
Воложин	3,3	0,0	0,0	0,0
Минск	3,3	0,0	0,0	0,0
Березино	6,7	6,7	0,0	6,7
Марьина Горка	6,7	3,3	0,0	3,3
Столбцы	0,0	6,7	0,0	6,7
Слуцк	10,0	3,3	0,0	3,3
Ошмяны	0,0	0,0	0,0	0,0
Лида	3,3	6,7	0,0	3,3
Гродно	3,3	0,0	3,3	0,0
Щучин	6,7	0,0	0,0	0,0
Новогрудок	0,0	0,0	0,0	0,0

Пункт наблюдений	Период			
	август	сентябрь	октябрь	сентябрь–октябрь
Волковыск	10,0	6,7	3,3	13,3
Горки	6,7	0,0	0,0	0,0
Могилев	0,0	3,3	0,0	3,3
Кличев	0,0	0,0	0,0	0,0
Костюковичи	6,7	0,0	0,0	0,0
Бобруйск	3,3	10,0	0,0	10,0
Барановичи	10,0	3,3	0,0	3,3
Ганцевичи	6,7	3,3	3,3	6,7
Ивацевичи	10,0	3,3	0,0	3,3
Пружаны	10,0	0,0	0,0	0,0
Высокое	16,7	3,3	0,0	3,3
Полесская	10,0	0,0	0,0	3,3
Дрогичин	6,7	13,3	0,0	13,3
Пинск	3,3	6,7	0,0	6,7
Брест	10,0	3,3	6,7	10,0
Жлобин	10,0	3,3	0,0	3,3
Октябрь	26,7	3,3	0,0	6,7
Гомель	13,3	3,3	0,0	6,7
Василевичи	16,7	3,3	0,0	6,7
Житковичи	6,7	3,3	0,0	3,3
Мозырь	10,0	3,3	0,0	3,3
Лельчицы	0,0	0,0	0,0	0,0

Как видно из табл. 4, повторяемость сильных почвенных засух за осенний период (сентябрь–октябрь) наблюдается в южных регионах и в большинстве пунктов наблюдений составляет 3,3–6,7 %. Лишь в отдельных пунктах наблюдений (Брест, Бобруйск, Дрогичин, Волковыск) повторяемость почвенных засух увеличивается до 10–13 %. Последние исследования показали тенденцию к увеличению повторяемости сильных почвенных засух в осенний период в период потепления климата по сравнению с предшествующим периодом в Брестской и Гомельской областях в первую очередь на легких песчаных и супесчаных почвах.

Указанные примеры показывают, что начало сева и последующая вегетация озимых зерновых культур в осенний период проходит в целом при достаточном почвенном увлажнении за исключением отдельных лет, когда сроки посева могут задерживаться из-за отсутствия продуктивной влаги в пахотном слое почвы.

Выводы. 1. Результаты настоящего исследования показали, что в условиях изменения климата теплообеспеченность растений осенью улучшилась. Прирост тепла в большей степени обусловлен повышением температурного режима, а в отдельных областях (Могилевская) и увеличением продолжительности осенней вегетации. Сроки перехода средней суточной температуры воздуха через +5 °С осенью за период потепления климата (1989–2020 гг.) сместились на более поздние. В сравнении с периодом до потепления (1960–1988 гг.) сумма активных температур выше +5 °С осенью увеличилась. Рост температуры воздуха неравномерен по территории Беларуси и это важно учитывать при расчетах оптимальных сроков сева озимых зерновых культур осенью.

2. Проведенное исследование количества осадков за период август–октябрь показало, что в сравнении с периодом до потепления в большинстве областей (кроме Витебской) наблюдается тенденция уменьшения количества осадков в последнем летнем месяце – в среднем по областям на 9–14 мм или 12–18 %. В большинстве наблюдательных пунктов уменьшение количества осадков составляет около 10–20 мм. За период сентябрь–октябрь количество осадков, напротив, несколько увеличилось. По данным большинства пунктов наблюдений в условиях изменения климата за сентябрь–октябрь осадков выпадает на 5–10 мм больше, в отдельных

северо-восточных, восточных и юго-восточных районах республики – на 15–20 мм больше. При этом следует отметить, что увеличение количества осадков произошло главным образом в октябре, в сентябре колебания незначительные.

3. В августе в период 1989–2020 гг. наблюдается уменьшение ГТК. На большей части территории (южнее 54° с. ш.) формируются слабозасушливые, а на юго-востоке (в районе Гомеля) засушливые (ГТК = 0,9–1) условия. В сентябре в период потепления климата преимущественно для северной части и отдельных западных и восточных районов страны сохраняется избыточное увлажнение, однако площадь его распространения и значения ГТК уменьшаются. Увеличение увлажнения до оптимальных значений характерно для крайнего юго-запада и юго-восточной части Гомельской области; в период 1960–1988 гг. на этой территории отмечались слабозасушливые условия.

4. В сентябре ко времени сева озимых зерновых культур в условиях потепления климата на песчаных и супесчаных почвах, подстилаемых моренным суглинком, средние многолетние запасы продуктивной влаги вполне удовлетворительные, однако часто, особенно в южных областях, в сентябре случаются почвенные засухи различной интенсивности. В октябре влагообеспеченность озимых зерновых культур на основных массивах хорошая, вместе с тем хотя бы один раз в 5–10 лет в южной части Беларуси недостаток почвенной влаги отмечается и в октябре. Повторяемость сильных почвенных засух в октябре незначительная, и в отдельных южных районах на легких почвах составляет 3,3–6,7 %.

5. В целом следует отметить улучшение агрометеорологических условий осеннего периода для сева и последующего роста и развития озимых зерновых культур. Вызвано это прежде всего ростом температур и увеличением количества осадков за сентябрь–октябрь. Начало сева и последующая вегетация озимых зерновых культур в осенний период проходит в целом при достаточном почвенном увлажнении за исключением отдельных лет, когда сроки посева могут задерживаться из-за отсутствия продуктивной влаги в пахотном слое почвы.

6. Полученные результаты исследования в дальнейшем будут использованы при определении оптимальных сроков сева озимых зерновых культур, а также могут быть использованы в организациях Министерства сельского хозяйства и продовольствия при планировании сельскохозяйственных работ и мероприятий с учетом изменения климатических и агроклиматических ресурсов.

Благодарности. Настоящая работа выполнена в рамках Плана научных исследований и разработок общегосударственного, отраслевого назначения, направленных на научно-техническое обеспечение деятельности Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь на 2021 год.

Список использованных источников

1. Мельник, В. И. Основные результаты мониторинга изменения климата на территории Республики Беларусь / Фитосанитарная ситуация в Беларуси в условиях изменения климата / В. И. Мельник; Ин-т защиты растений; под ред. С. В. Сороки, Е. А. Якимович. – Минск: Колорград, 2019. – С. 5–13.
2. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник: 2-е изд. доп. – Минск: Энциклопедикс, 2020. – 264 с.
3. Лысенко, С. А. Сеточный архив метеорологических данных для Республики Беларусь и возможности его применения для исследования пространственно-временных особенностей изменений климата / С. А. Лысенко, В. Д. Чернышев, В. В. Коляда // Природопользование. – 2019. – № 1. – С.17–27.
4. Научно-прикладной справочник по агроклиматическим ресурсам Республики Беларусь на основе современных изменений климата за 1989–2018 годы; под ред. И. С. Данилович, В. И. Мельника // Отчет: Оценка влияния изменения климата на агроклиматические ресурсы территории Беларуси, разработка и реализация мероприятий по адаптации к изменению климата (закл. Минприроды № 56/3/1.10/2020, №115Б-2020 от 23.06.2020 г.); рук. И. С. Данилович; исполн.: В. И. Мельник [и др.]. – Минск, 2020. – 331 с.
5. Агроклиматические ресурсы Белорусской ССР // Госком. СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды Бел. респ. управления по гидрометеорологии и контролю природной среды. Гидрометеорологический центр; под ред. М. А. Гольберга, В. И. Мельника. – Минск, 1985. – 451 с.
6. Пространственно-временные изменения почвенных засух на территории Белорусского Полесья в условиях современного изменения климата / В. И. Мельник [и др.] // Природные ресурсы. – 2021. – № 1. – С. 15–21.

Поступила 24.01.2022