

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

**Мельник В.И., Комаровская Е.В.**

Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр», г. Минск, Республика Беларусь, [mel@hmc.by](mailto:mel@hmc.by)

*Obtained researches` results showed that some features in trends of changing of the main climatic characteristics for the last two decades of warming on the territory of Belarus do exist (1989 to 1998 and 1999–2008 in comparison to the climate norm adopted by the WMO during 1961–1990). In general, the second decade of warming period (1999–2008) has been defined more warm than the first decade by 0,5 ° C. Over the last decade (1999–2008) a shift of warming period on summer and autumn months and December has been noted. For the first time, change in the number of days with precipitation for the warming period has been researched.*

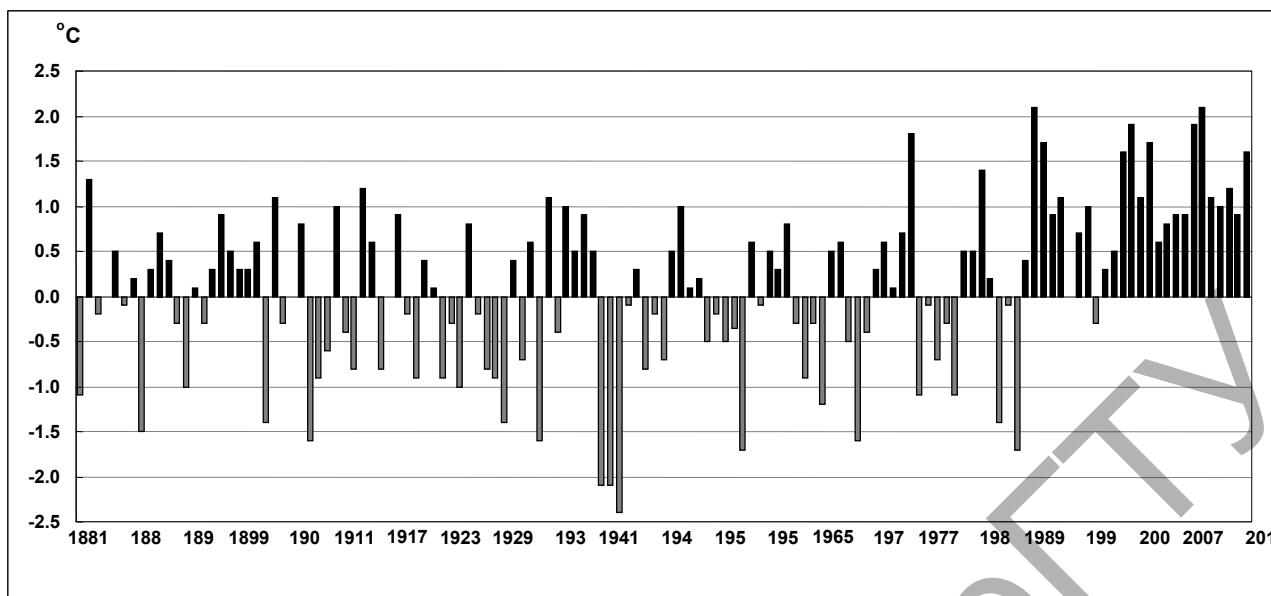
### **Введение**

Наблюдения за состоянием климата на территории Республики Беларусь проводятся по единым методикам на государственной сети гидрометеорологических наблюдений. Оценки изменения климатических характеристик проводятся на основе сравнения ежегодных данных наблюдений со средними климатическими характеристиками за предшествующие годы, а также климатическими нормами, вычисленными по 30–летним периодам предыдущих рядов наблюдений.

На протяжении почти всего XX века до конца восьмидесятых годов кратковременные периоды потеплений на территории Беларуси сменялись близкими по величине и продолжительности периодами похолоданий. Потепление, не имеющее себе равных по продолжительности и интенсивности, началось в 1989 году резким повышением температуры зимой. Начавшееся потепление продолжалось и все последующие годы, включая и последние годы.

### **Современные оценки изменения климата на территории Республики Беларусь**

Начавшееся потепление в конце 80–х годов прошлого столетия продолжалось и все последующие годы, включая и последние годы. Особенность нынешнего потепления не только в небывалой его продолжительности, но и в более высокой температуре воздуха, которая в среднем за 25 лет (1989–2013) превысила климатическую норму на 1,1°C. (Исключением стал лишь 1996 г., когда средняя годовая температура воздуха была несколько ниже нормы). Из 20–ти самых теплых лет, начиная с послевоенного периода (1945 года), 17 лет приходятся на период 1989–2013 годы (рисунок 1).



**Рисунок 1** – Отклонение средней годовой температуры воздуха от климатической нормы (+5,8°C) по Беларуси за период 1881–2013 гг.

За период потепления, начиная с 1989 года, в большей части месяцев года (за исключением мая и октября) более чем в 70% случаев были превышены максимальные месячные значения и в 100% случаев максимальные годовые значения температуры воздуха (таблица 1).

Абсолютные максимумы температуры воздуха за последние 20 лет из более чем столетнего периода наблюдений были превышены в 55 % случаев (таблица 2).

Особенности изменения (потепления) климата в Республике Беларусь за последние десятилетия достаточно широко излагались в монографиях, различных научных статьях, докладах, конференциях [1–3,5–9]. В настоящее время установлены основные особенности (тенденции) изменения климата: начиная с 1989 года: средняя годовая температура воздуха повысилась на 1,1°C. Рост температуры наиболее значителен в зимние и первые весенние месяцы, а также, за счет очень теплого летнего сезона в последние годы, и июля, и августа (рисунок 2).

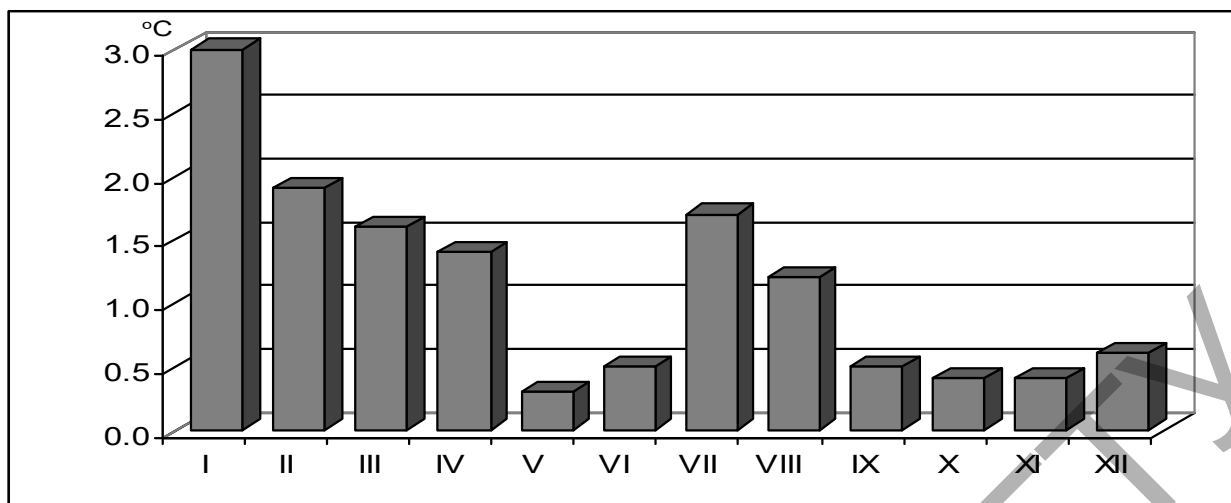
Продолжительность периода со снежным покровом сократилась на 10–15 дней. Наблюдается тенденция увеличения продолжительности беззаморозкового периода (4–7 дней). Увеличилась продолжительность (10–12 дней) и теплообеспеченность (150–200°C) вегетационного периода. В результате потепления произошло изменение границ агроклиматических областей, а на юге Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая область [3,6]. Новая агроклиматическая область характеризуется самой короткой и теплой в пределах Беларуси зимой и наиболее продолжительным и теплым вегетационным периодом.

Таблица 1 – Максимальная месячная и годовая температура воздуха, °С

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Верхнедвинск	0,3	2,2	4,5	9,9	16,2	20,0	22,3	20,1	14,1	9,5	4,5	3,1	7,4
	1989	1990	2007	2000	1963	1999	2010	1939	1975	1967	1978	2006	1989
Витебск	-0,5	1,6	4,7	10,2	18,1	21,2	23,4	21,4	14,2	9,8	4,4	2,5	7,7
	2007	1990	2007	2001	1897	1999	2010	2010	2005	1896	1996	2006	1989
Минск	0,5	2,6	5,2	11,0	17,2	21,1	22,6	20,9	15,2	9,7	4,7	2,7	7,9
	1989	1990	2007	1920	1987	1999	2010	2010	1919	1896	1996	2006	1989
Марьина Горка	0,3	2,6	5,4	11,5	17,2	21,2	22,8	20,8	15,2	10,2	5,0	2,5	8,0
	2007	1990	2007	1921	1897	1999	2010	2010	1919	1896	1926	2006	2008
Лида	1,2	3,4	5,6	11,3	16,1	19,9	21,9	20,0	14,6	9,7	6,1	3,2	8,2
	1989	1990	2007	2000	1963	1999	2010	2010	1975	1967	1926	2006	2008
Гродно	1,8	3,7	5,6	11,4	17,0	19,5	22,0	20,3	15,4	11,0	6,7	3,4	8,4
	1983	1990	2007	2000	1906	1964	2010	2002	1967	1896	1926	2006	2008
Горки	-0,9	0,6	4,1	10,3	17,3	20,4	23,2	21,0	15,1	9,3	4,5	1,7	7,1
	2007	1990	2007	1920	1906	1999	2010	2010	1909	1896	1996	2006	2008
Могилев	-0,5	1,4	4,8	10,5	17,3	20,5	22,9	20,9	15,7	9,8	4,7	2,0	7,5
	2007	1990	2007	1950	1906	1999	1936	2010	1909	1896	1996	2006	1989
Брест	2,6	4,6	6,7	12,4	17,6	20,7	22,6	21,6	16,4	12,0	7,8	3,3	9,5
	2007	1990	2007	2000	1889	1964	2006	1992	1892	1896	1926	2006	2000
Пинск	1,9	3,7	6,1	12,2	18,1	21,0	23,0	21,4	16,1	11,2	5,6	2,6	9,0
	2007	1990	2007	2000	1889	1999	2010	1992	1909	1896	2010	2006	1989
Гомель	0,6	2,2	5,7	12,6	18,1	22,3	24,5	23,5	16,4	11,0	5,9	2,4	8,8
	2007	1990	2007	2000	2003	1999	2010	2010	1994	1935	2010	1960	2008
Василевичи	1,1	2,8	5,6	12,5	18,1	21,3	23,0	21,9	16,0	11,1	5,9	2,6	8,5
	2007	1990	2007	1921	1906	1999	2010	2010	1994	1896	2010	1960	2008

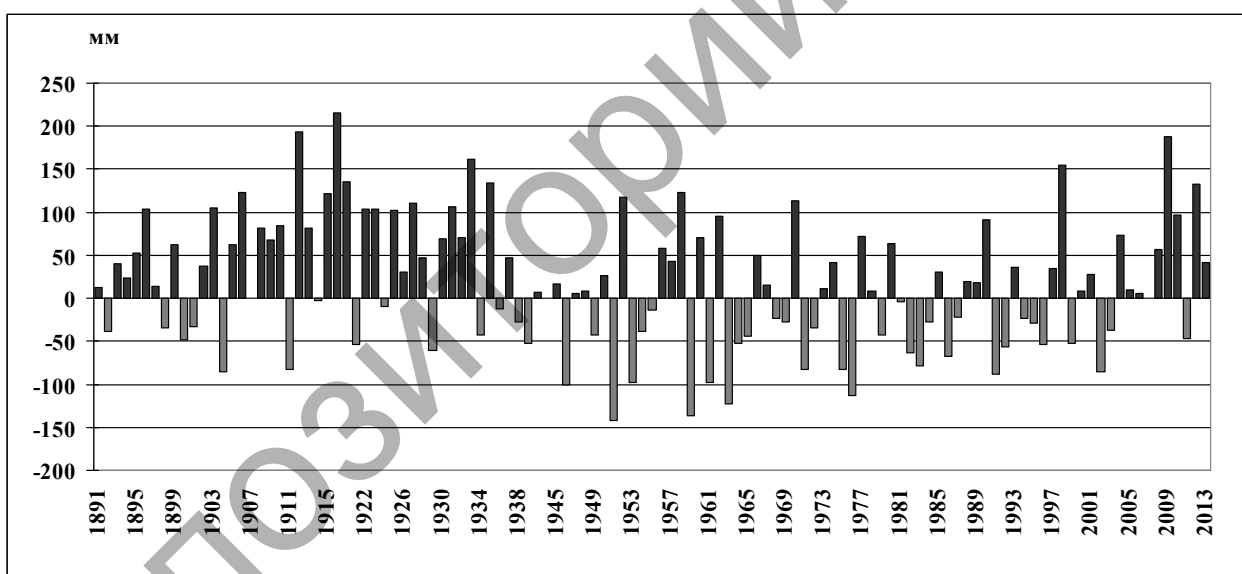
Таблица 2 – Максимальная суточная температура воздуха, °С

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Верхнедвинск	10,1	10,9	17,4	27,2	31,3	32,0	34,6	34,7	31,3	24,5	15,7	10,4	34,7
	2007	1990	1938	1950	1958	1940	1959	1992	1992	1999	1968	2006	1992
Витебск	10,4	10,9	18,1	27,6	31,3	31,8	34,7	37,8	30,1	24,6	14,9	10,7	37,8
	2007	1990	1990	1950	2005	1940	2010	2010	2008	1999	1968	2009	2010
Минск	10,3	13,6	18,9	26,0	30,9	32,5	35,0	34,6	30,3	24,7	16,0	10,3	35,0
	2007	1990	1990	1950	2003	1964	1936	2007	1992	1934	1926	1961	1936
Марына Горка	11,0	14,0	20,4	27,6	31,4	33,5	35,4	36,0	31,1	25,5	19,0	11,1	36,0
	2007	1990	1903	1950	2005	1901	1936	2010	2008	1999	1926	2009	2010
Лида	11,5	14,8	19,7	27,7	31,5	32,7	35,2	35,3	31,8	24,7	17,0	11,6	35,3
	2007	1989	1990	1950	2007	1964	1994	1992	1992	1985	2002	1961	1992
Гродно	11,8	15,0	22,0	28,7	34,2	34,0	35,8	36,2	32,2	25,2	17,2	12,7	36,2
	2007	1990	1968	1950	1898	1972	1904	1992	1961	1966	1968	1961	1992
Горки	9,0	11,1	17,3	26,6	30,9	32,6	35,3	38,7	29,9	24,5	13,1	9,7	38,7
	2007	1990	1990	1950	1912	1940	2010	2010	2008	1999	1930	2009	2010
Могилев	9,8	12,9	19,8	27,8	31,8	33,2	36,3	36,8	30,6	25,5	14,5	10,9	36,8
	2005	1990	1913	1970	1889	1889	1897	2010	2008	1999	2002	2009	2010
Брест	11,6	17,2	22,8	30,7	34,3	33,2	36,6	36,6	31,5	26,4	19,0	14,5	36,6
	1993	1990	1913	1950	1892	1901	1959	1892	2008	1966	2002	1961	1959
Пинск	11,2	16,4	22,3	28,9	32,9	35,5	36,1	36,3	32,6	26,7	20,3	12,8	36,3
	2007	1990	1974	1950	1892	1885	1904	1905	2008	1966	2002	1961	1905
Гомель	9,6	15,8	20,7	28,6	32,5	34,0	37,9	38,9	32,2	27,5	18,0	11,6	38,9
	2007	1990	1990	1950	2007	1998	1936	2010	2008	1999	2010	2008	2010
Василевичи	11,5	15,7	21,7	28,4	33,0	35,3	37,0	38,0	32,5	27,1	23,7	12,0	38,0
	1975	1990	1990	1950	2007	1901	1936	1946	2008	1915	1926	1961	1946



**Рисунок 2** – Отклонения средней месячной температуры воздуха за 1989–2013 гг. от климатической нормы по Республике Беларусь

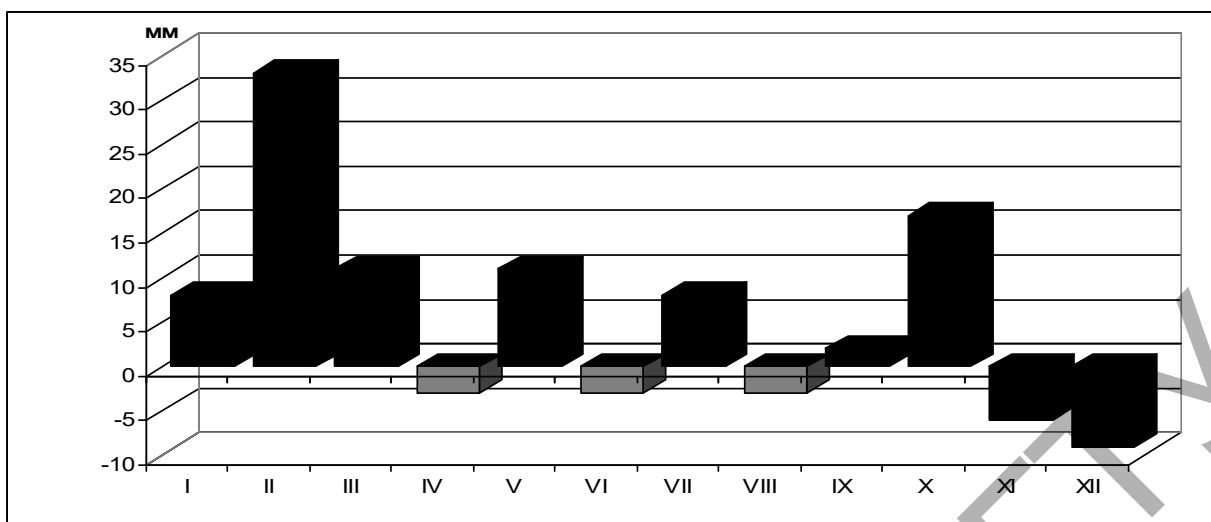
Анализ выпадения осадков показывает некоторое уменьшение атмосферных осадков в основном в южной, мелиорированной части республики. В северной части отмечен незначительный рост осадков. В целом можно считать, что количество осадков за период потепления по территории Беларуси изменилось незначительно (рисунок 3).



**Рисунок 3** – Отклонение годовых сумм осадков от климатической нормы (656 мм) по Республике Беларусь за период 1891–2013 гг.

В среднем за последние двадцать пять лет в теплое время недобор осадков отмечен в апреле, июне и августе – в республике их выпало 97% от нормы в каждый из этих месяцев, в холодный период – в ноябре и декабре (94 и 91% от нормы соответственно). Значительное превышение количества осадков отмечается в феврале (133% от нормы), несколько больше нормы их выпадает в январе, марте, апреле, июле и октябре (рисунок 4).

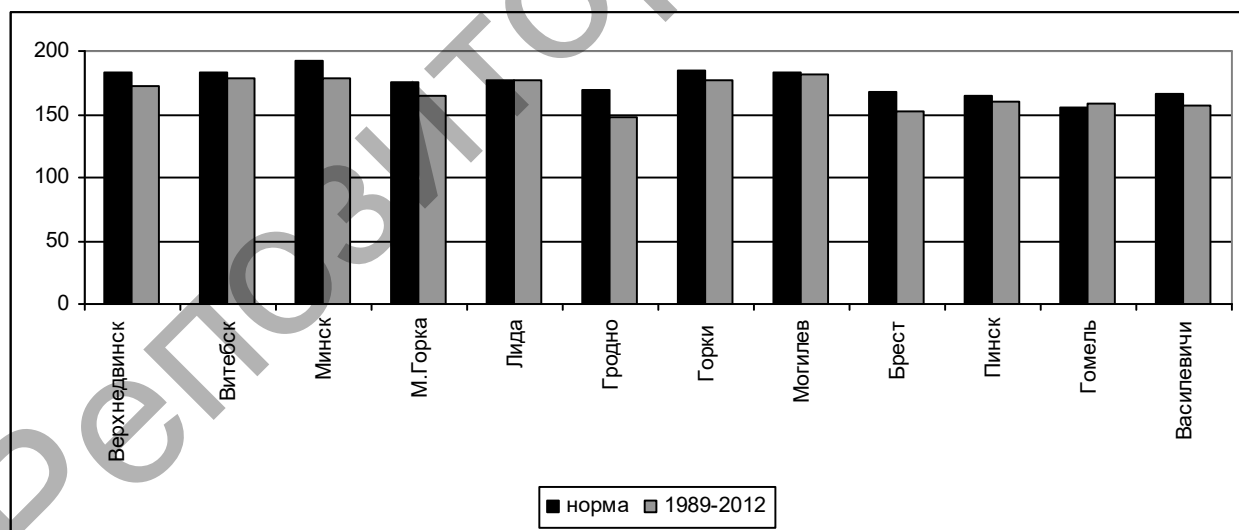
Исследования изменения числа дней с различным количеством осадков за период потепления на территории Беларуси до настоящего времени не проводились.



**Рисунок 4** – Отклонения месячного количества осадков за период 1989–2013 гг. от климатической нормы по месяцам по Республике Беларусь

Для анализа изменения числа дней с различным количеством осадков выбрано 12 репрезентативных пунктов наблюдений, равномерно расположенных по территории Беларуси.

В среднем по стране по данным 12 выбранных пунктов наблюдений за год отмечается 175 дней с осадками (норма). За период потепления (1989–2012 гг.) оно уменьшилось до 167. За этот период наименьшее количество дней с осадками отмечается в западных районах страны – 147 (Гродно), а наибольшее на востоке – 181 (Могилев). Число дней с осадками уменьшилось на всех пунктах наблюдений, за исключением Лиды, где оно осталось неизменным, и Гомеля, где оно несколько увеличилось.



**Рисунок 5** – Число дней с осадками за период потепления и климатическая норма за год

Уменьшение общего числа дней с осадками произошло в основном из-за доли числа дней с осадками от 0,1 до 0,4 мм. Из общего числа дней с осадками на долю числа дней с осадками от 0,1 до 0,4 мм до 1990 года приходилось 23% или 40 дней (таблица 3), максимальное их число

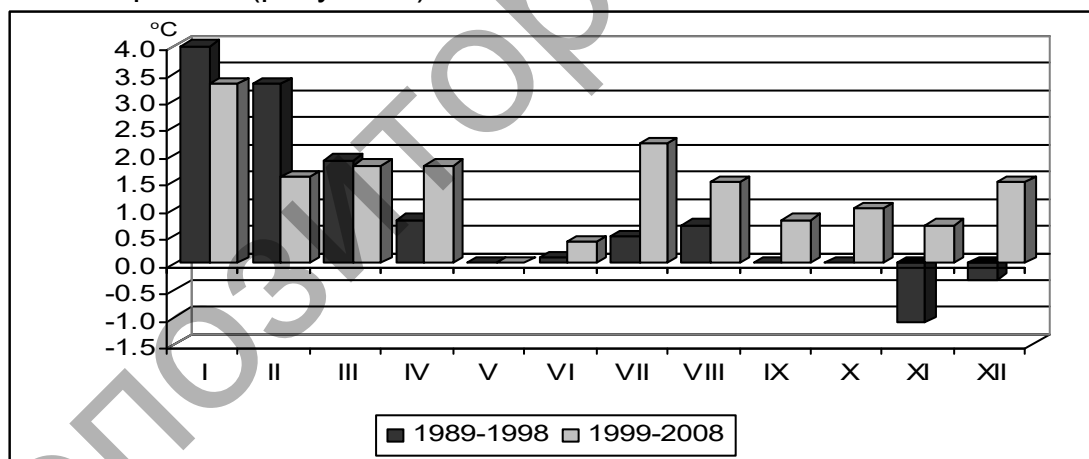
регистрировалось в Минске (49 дней), минимальное – в Гродно и Гомеле. За период потепления их доля уменьшилась до 18% (30 дней).

**Таблица 3** – Число дней с различным количеством осадков за период потепления и климатическая норма за год

	Количество осадков, мм								Всего
	0.1–0.4	0.5–0.9	1.0–4.9	5.0–9.9	10.0–19.9	20.0–29.9	30.0–49.9	≥50.0	
норма	40.1	25.7	72.6	22.9	10.5	2.3	0.8	0.2	174.9
1989–2012	29.9	25.3	71.9	24.2	11.9	2.5	1.1	0.2	166.8

### Особенности изменения температуры и осадков за последние десятилетия на территории Беларуси

В тенденциях изменения основных климатических характеристик за последние два десятилетия потепления (1989–1998 и 1999–2008 по сравнению с климатической нормой, принятой ВМО за 1961–1990 гг.) необходимо отметить некоторые особенности. За последнее десятилетие (1999–2008) наблюдается существенное изменение годового хода температуры воздуха: снижение температуры в зимние месяцы (за исключением декабря) и заметный рост температуры воздуха в летние и осенние месяцы, что дает основание утверждать о смещении потепления на летние и осенние месяцы, а также декабрь [10]. Полюс холода, как и было до потепления, сместился с декабря на январь. Практически без изменений осталась температура в мае, что на фоне роста температуры воздуха в апреле может представлять угрозу вегетации теплолюбивых культур из-за майских заморозков (рисунок 6).



**Рисунок 6** – Отклонения по Республике Беларусь средней месячной температуры воздуха от климатической нормы (1961–1990) по месяцам по 10-летиям

В целом по территории Беларуси второе десятилетие периода потепления (1999–2008) оказалось теплее первого на 0,5 °С (таблица 4).

**Таблица 4** – Изменение средней годовой температуры воздуха по Беларуси за период потепления

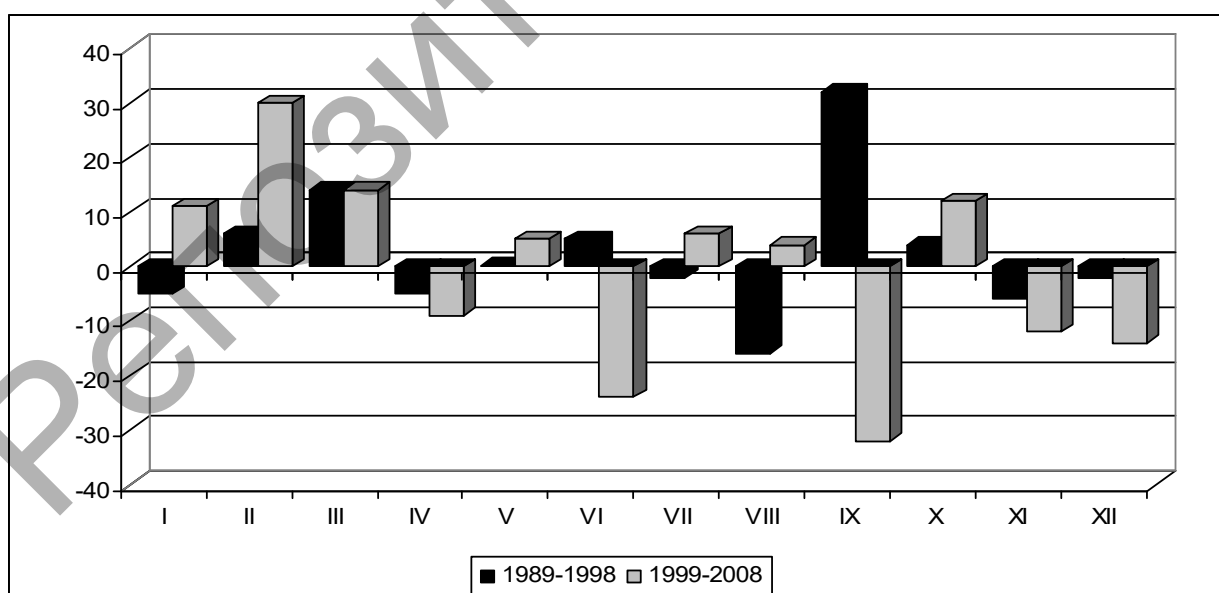
Климатическая норма, °С, за 1961–1990гг.	Средняя годовая температура воздуха, °С за период			
	1989–1998	1999–2008	1989–2008	1989–2013
5,9	6,7	7,2	6,9	7,0

Наибольшие изменения температуры воздуха наблюдались практически во всех областях и особенно в летний и осенний периоды (таблица 5).

**Таблица 5 – Температура воздуха по сезонам года по областям по 10-летиям**

Периоды потепления	Зима	Весна	Лето	Осень
Витебская область				
1989–98	-3.7	6.2	16.5	5.3
1999–2008	-4.0	6.4	17.4	6.5
Минская область				
1989–98	-3.2	6.8	17.0	5.8
1999–2008	-3.4	7.1	17.9	7.0
Гродненская область				
1989–98	-2.5	6.9	16.7	6.2
1999–2008	-2.8	7.3	17.7	7.4
Могилевская область				
1989–98	-4.0	6.6	16.9	5.2
1999–2008	-4.1	6.9	17.8	6.5
Брестская область				
1989–98	-2.1	7.7	17.4	6.7
1999–2008	-2.4	8.1	18.3	7.9
Гомельская область				
1989–98	-2.9	7.7	17.8	6.4
1999–2008	-3.0	8.1	18.8	7.4

Среднегодовые суммы осадков за последние десятилетия существенно не изменились, однако необходимо отметить заметный рост осадков за последний десятилетний период (1999–2008) по сравнению с климатической нормой (1961–1990) в январе-марте, октябре, незначительный их рост (4–5%) в мае, июле, августе и существенное уменьшение осадков в июне и сентябре (рисунок 7).



**Рисунок 7 – Отклонения месячных сумм осадков за два последующих 10-летия от климатической нормы по Республике Беларусь**



Следует отметить, что сценарные оценки изменения климатических характеристик, полученные по моделям общей циркуляции на различные периоды, начиная с 2011 года до конца столетия, в большинстве случаев дают наибольшее изменение (увеличение) сезонной температуры приземного воздуха зимой [2,4]. Безусловно, трудно предсказать, насколько сохраняться такие тенденции изменений основных климатических характеристик температуры воздуха и осадков в будущем, но уже можно сказать, что потепление начавшееся в конце XX-го столетия на территории Республики Беларусь продолжается и мониторинг изменения климата требует постоянного изучения и уточнения.

### **Список литературы**

1. Герменчук, М.Г. Изменения основных климатических параметров и повторяемость опасных гидрометеорологических явлений в Республике Беларусь / Герменчук, М.Г., Мельник В.И., Комаровская Е.В. // Материалы постоянно действующего семинара при Парламентском Собрании Союза Беларуси и России по вопросам строительства Союзного государства: Центр системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси. – Минск 2010. – С.135–146.

2. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия – Минск: ТетраСистемс, 2008. – С. 496.

3. Логинов, В.Ф. Современные тенденции изменения основных агроклиматических показателей теплого периода / Логинов В.Ф., Мельник В.И. // Научные и прикладные аспекты оценки изменения климата и использования климатических ресурсов: Труды Международной конференции – Минск, 2000. – С. 112–113.

4. Мелешко, В.П. Изменения и изменчивость климата Северной Евразии в XXI веке: оценки, основанные на ансамбле МОЦАО / Мелешко В.П., Катцов В.М., Школьник И.М., Мирвис В.М // Прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям: материалы Международной конференции по проблемам гидрометеорологической безопасности. – М., 2007. – С. 97.

5. Мельник В.И. Изменение агроклиматических показателей, как возможный сценарий развития сельскохозяйственного производства // Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища // Тезиси докладов міжнародної наукової конференції.– Одеса 2002. – С. 124.

6. Мельник, В.И. Изменения климата и меры по адаптации отраслей к этим изменениям в Республике Беларусь / Мельник В.И., Комаровская Е.В. // Материалы постоянно действующего семинара при Парламентском Собрании Союза Беларуси и России по вопросам строительства Союзного государства: Центр системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси – Минск, 2010. – С. 169–176.

7. Мельник, В.И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы Полесья / Мельник В.И., Комаровская Е.В. // Европейское Полесье - хозяйственная значимость и экологические риски: материалы Международного семинара – Пинск, 2007. – С. 221–225.

8. Мельник, В.И. Влияние современных изменений климата на ведение сельскохозяйственного производства в Белорусском Полесье / Мельник В.И.,

Комаровская Е.В. // НАН Беларуси, Полесский аграрно-экологический институт. Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брест: Альтернатыва, 2008 - Выпуск 1. – Том 1. – С. 51–54.

9. Мельник, В.И. Влияние современных изменений климата на ведение сельскохозяйственного производства в Белорусском Полесье / Мельник В.И., Комаровская Е.В. // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: Тезисы докладов 4–ой Международной научной конференции – Брест, 2008. С.46.

10. Мельник, В.И., Комаровская Е.В. Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / Мельник В.И., Комаровская Е.В. // Научно-методическое обеспечение деятельности по охране окружающей среды: проблемы и перспективы: сборник научных трудов – Минск, 2011. - С. 77–84.

УДК 631.95:551.5 (476)

## **ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

**Микуцкий В.С.**

ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, m-vs@tut.by

*Questions of definition and determination of dates of stable transition of temperature through temperature thresholds are considered; also forecasts of agroclimatic indices for territory of Belarus on the middle of current century are presented.*

### **Введение**

Одним из важных вопросов в агроклиматологии является оценка количества тепловых ресурсов, необходимых для завершения различных фенологических фаз развития растений. Данное направление исследований ведёт своё начало от работ А. Реомюра (1735). В англоязычной литературе для таких оценок широко используется концепция градусо-часов/дней (degrees hours/days), в основе которой лежат различные варианты расчёта сумм превышений температуры над 10 °С, причём учитываются все случаи (часы/дни) с температурой выше 10 °С [1]. В русскоязычной литературе получило распространение понятие сумм температур, согласно которому подсчитываются суммы температур периодов со среднесуточной температурой выше определённых температурных пределов (0, 5, 10, 15 °С). В отличие от концепции градусо-дней здесь учитываются возвратные весенние и осенние похолодания, для чего вводится понятие дат устойчивого перехода температуры воздуха через температурные пределы. Такой подход является более общим и представляется более целесообразным, поскольку позволяет привязать указанные суммы к фенофазам развития растений, как чувствительных, так и малочувствительных к возвратным похолоданиям.