

## ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВОЗДУХА В ГОМЕЛЕ

Температура воздуха один из основных климатообразующих параметров умеренно-континентального климата Беларуси. Она является индикатором изменения климата, обеспечивает условия жизнедеятельности биоты и человека. Температура воздуха во многом определяет специфику сельского хозяйства, оказывает существенное влияние на проектирование, эксплуатацию зданий и сооружений, использование транспорта и другие сферы хозяйственной деятельности.

Для характеристики температурного режима воздуха в Гомеле были использованы средние суточные значения температуры и влажности воздуха (относительная влажность и упругость водяного пара), скорости ветра по данным ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» за период 1980-2014 гг. Расчет климатических параметров выполнен с помощью ГИС «Геоэкологической оценки комфортности климата» [1].

Температура воздуха в Гомеле в 1980-2014 гг. отличается устойчивой тенденцией к повышению ее средних годовых значений и значительной временной изменчивостью. Среднегодовая температура воздуха в Гомеле в период 1980-2014 гг. изменялась от 4,8 °С в 1987 г. до 8,8 °С в 1989, 2007 и 2008 гг. и в среднем составила 7,5 °С, при коэффициенте вариации (Cv) 13,15 % (рис. 1, а). Годовой ход температуры воздуха четко выражен. Максимальная средняя месячная температура воздуха в основном наблюдалась в июле составила плюс 20,0 °С. Минимальная средняя месячная температура воздуха приходится на зимние месяцы и в январе в Гомеле она составила минус 4,5 °С (рис. 1, б).

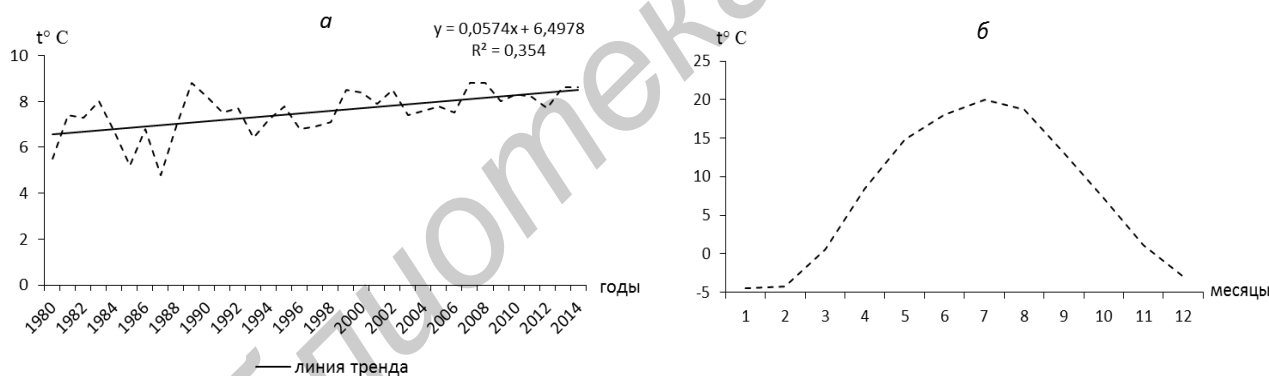


Рисунок 1 – Температура воздуха в Гомеле за 1980-2014 гг.: (а) – средняя годовая; (б) – годовой ход

Анализ межгодовой изменчивости средней месячной температуры воздуха в разрезе сезонов года за 1980-2014 гг. показывает, что самым холодным в Гомеле был январь 1987 г. (минус 16,1), а самым теплым январь 2007 г. (0,6 °С) (рис. 2). Весной более высокая температура воздуха в апреле наблюдалась в 2000 г. (12,6°С), наиболее низкая – в 1987 г. (4,3°С). Летом более высокая температура воздуха в июле наблюдалась в 2010 г. (24,5°С), наиболее низкая – в 1984 г. (16,7°С). Осенью максимальные значения средней месячной температуры воздуха в октябре были в 2008 г. (9,9 °С), минимальные - в 1992 г. (4,9 °С).

Анализ сезонной динамики средней суточной температуры воздуха за период 1980-2014 гг., показывает, что в январе ее значения в Гомеле составили минус 4,7°С, при Cv 18,39 %; в апреле - 8,5°С, при Cv 26,23 %; в июле - 19,6°С, при Cv 21,98 % и в октябре - плюс 7,5°С, при Cv 27,02 %. Следует отметить, что месячный ход среднесуточной температуры воздуха в Гомеле в экстремальные годы во все сезоны существенно отличается от его средних значений за период 1980-2014 гг. (рис. 3).

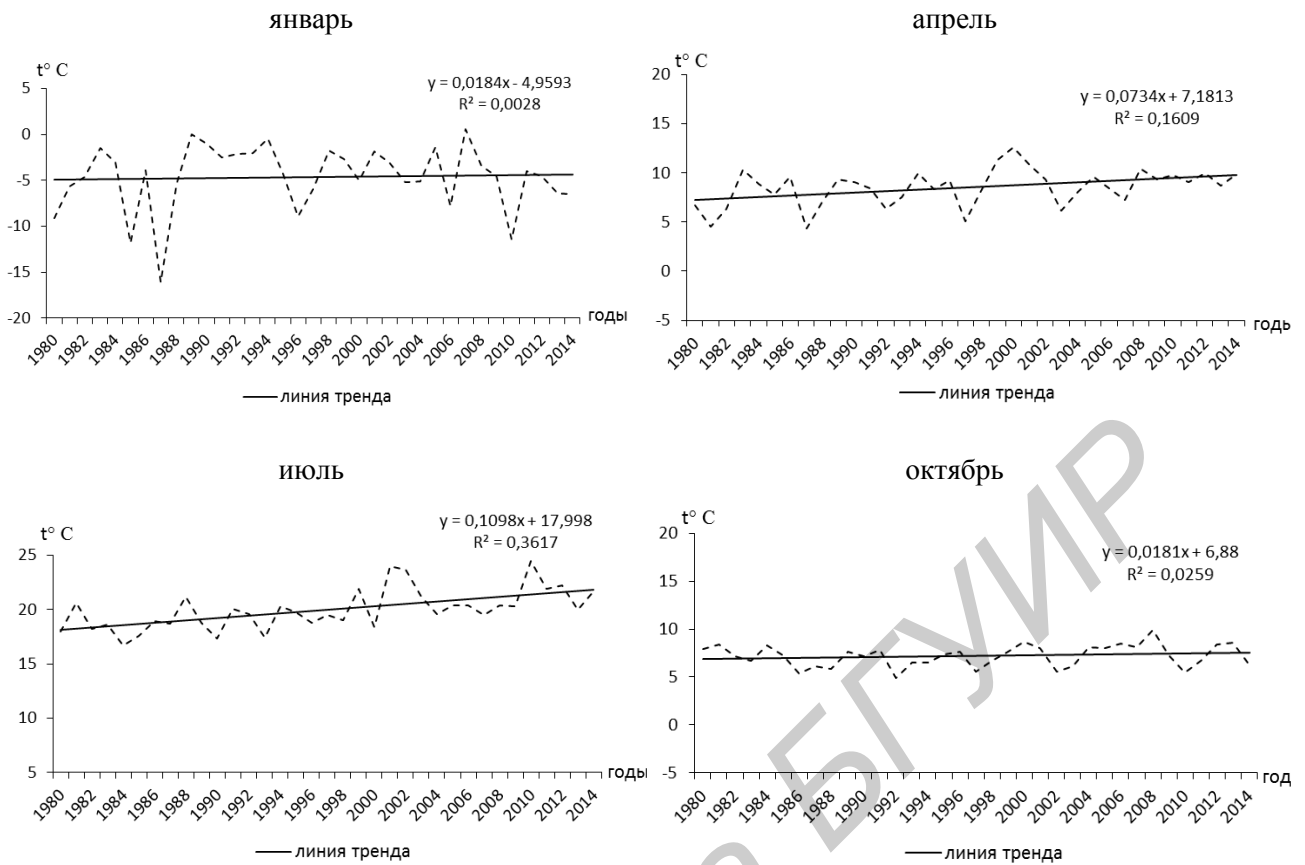


Рисунок 2 – Средняя месячная температура воздуха в Гомеле за период 1980-2014 гг.

Важными термическими показателями комфортности климата городов являются: для теплого периода года – количество дней с нормальной эквивалентно-эффективной температурой (НЭЭТ) от 17 до 21 °C ( $K_{\text{НЭЭТ}}$ ); для холодного - количество «дискомфортных» дней с индексом холодового стресса по Хиллу ( $H_w$ )  $\geq 4,5$  Вт/м<sup>2</sup>с ( $K_{\text{дп}}$ ) [4].

НЭЭТ и индекс холодового стресса по Хиллу, отражают воздействие на человека совокупности метеорологических условий: скорости ветра, температуры и влажности воздуха. Чем короче период с НЭЭТ 17-21 °C, тем больше климатические условия отличаются от оптимальных [2]. Согласно [2, 5] климатические условия с показателем  $H_w \geq 4,5$  Вт/м<sup>2</sup>с характеризуются как «дискомфортные». НЭЭТ рассчитывается по модифицированному варианту формул предложенных в [1, 3]:

$$\text{НЭЭТ} = t [1 - 0,003(100 - f)] - 0,385v^{0,59}[(36,6 - t) + 0,622(v - 1)] + [(0,0015v + 0,008)(36,6 - t) - 0,0167] (100 - f) + 7, \quad (1)$$

где  $t$  – среднесуточная температура воздуха, °C,

$f$  – относительная влажность воздуха, %,

$v$  – среднесуточная скорость ветра, м/с.

Индекс холодового стресса по Хиллу определяется по выражению [5]:

$$H_w = (0,13 + 0,47V^{0,5}) \cdot (36,6 - T) + (0,085 + 0,102V^{0,3}) \cdot (61,1 - e)^{0,75}, \quad (2)$$

где  $H_w$  – индекс холодового стресса, Вт/м<sup>2</sup>с

$V$  – скорость ветра, м/с,

$T$  – температура воздуха, °C,

$e$  – упругость водяного пара, мб.

В среднем за 1980-2014 гг. количество дней с комфортными значениями НЭЭТ в Гомеле составило 37 дней. Максимальное значение  $K_{НЭЭТ}$  в Гомеле наблюдалось в 2009 г. – 49 дней, наименьшее – в 1991 г. – 22 дня (рис. 4,б). В среднем за 1980-2014 гг. в Гомеле количество дней с дискомфортными значениями  $K_{дп}$  составило 34 дня. Максимальное значение  $K_{дп}$  в Гомеле наблюдалось в 1987 г. – 72 дня, наименьшее – в 2009 г. – 9 дней.

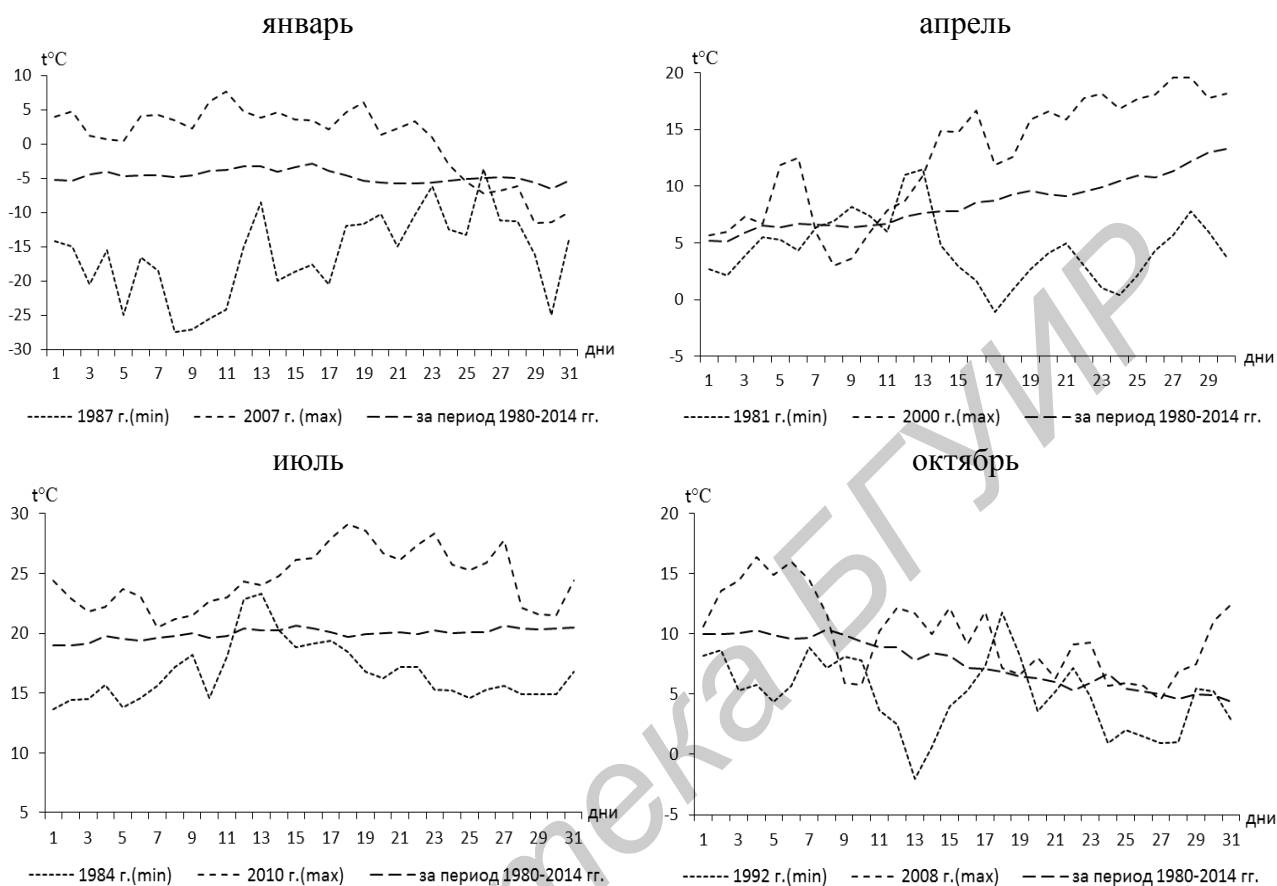
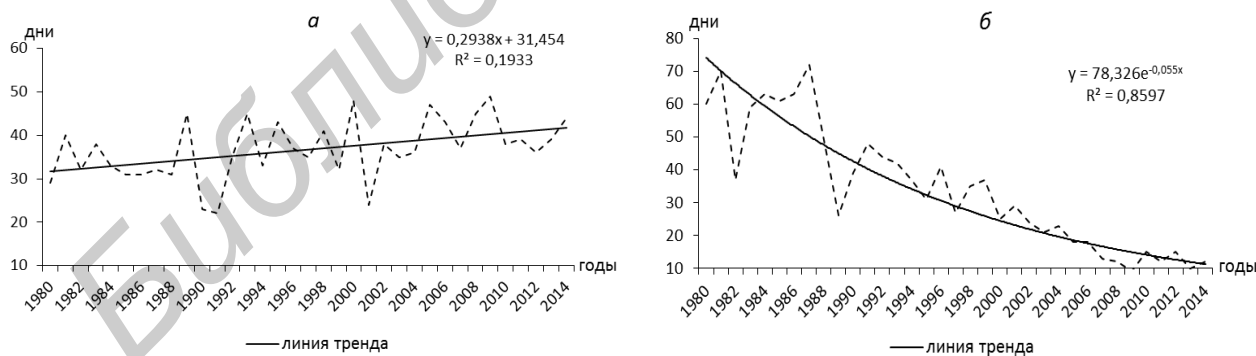


Рис.3. Средняя суточная температура воздуха в Гомеле в отдельные годы и за 1980-2014 гг.



(а) - продолжительность комфортного периода с НЭЭТ от 17 до 21 °С ( $K_{НЭЭТ}$ ); (б) - продолжительность дискомфортного периода с индексом холодового стресса по Хиллу  $\geq 4,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{с}$  ( $K_{дп}$ )

Прогнозный сценарий изменения температурного режима воздуха в Гомеле основан на изучении его характеристик за 1980-2014 гг. При анализе исходной выборки рассматриваемых показателей выполнялась процедура проверки «выбросов», далее определялись уравнения регрессии их изменения, вычислялись среднеквадратичные отклонения, доверительные интервалы и рассчитывались прогнозные значения.

При определении уравнений регрессии были выполнены расчеты для линейной и экспоненциальной регрессионной модели изменения показателей температурного режима воздуха городов. Они показали, что в соответствии с физическими особенностями рассматриваемых характеристик, для  $t^{\circ}\text{C}_{\text{ср.год}}$ ,  $t^{\circ}\text{C}_{\text{январь}}$ ,  $t^{\circ}\text{C}_{\text{апрель}}$ ,  $t^{\circ}\text{C}_{\text{июль}}$ ,  $t^{\circ}\text{C}_{\text{октябрь}}$  и  $K_{\text{нээт}}$  предпочтительно использовать уравнение линейной регрессии, а для прогнозирования изменения  $K_{\text{дп}}$  уравнение экспоненциальной регрессии.

Анализ прогнозных данных позволяет заключить, что в 2025 г., по сравнению со средними значениями за 1980-2014 гг., в Гомеле возможны следующие изменения показателей температурного режима воздуха. Ожидается повышение средней годовой температуры воздуха на 1,6 °С, средней суточной температуры: в январе на 0,5 °С, в апреле на 2,1 °С, в июле на 3,1 °С, октябре на 0,5 °С. Возможно существенное увеличение продолжительности периода с комфортными НЭЭТ (на 8 дней) и значительное сокращение дней с индексом холодового стресса  $\geq 4,5 \text{ Вт/м}^2\text{с}$  (на 29 дней).

Изменение климатических показателей в Гомеле в согласно прогнозному сценарию на 2025 г.

Климатические показатели	Временная функция*	Среднеквадратичное отклонение, $\sigma$	Доверительный интервал при $p (\alpha = 0,05)$	Средние значения за 1980-2014	Значения в 2025
$t^{\circ}\text{C}_{\text{ср.год}}$	$y = 0,0574x + 6,4978$	0,99	$\pm 0,29$	7,5	9,1
$t^{\circ}\text{C}_{\text{январь}}$	$y = 0,0184x - 4,9593$	3,57	$\pm 1,03$	- 4,6	- 4,1
$t^{\circ}\text{C}_{\text{апрель}}$	$y = 0,0734x + 7,1813$	1,87	$\pm 0,54$	8,5	10,6
$t^{\circ}\text{C}_{\text{июль}}$	$y = 0,1098x + 17,998$	1,87	$\pm 0,54$	20,0	23,1
$t^{\circ}\text{C}_{\text{октябрь}}$	$y = 0,0181x + 6,88$	1,15	$\pm 0,33$	7,2	7,7
$K_{\text{нээт}}$ (дни)	$y = 0,2938x + 31,454$	6,85	$\pm 1,98$	37	45
$K_{\text{дп}}$ (дни)	$y = 78,326e^{-0,055x}$	18,85	$\pm 5,45$	35	6

\*Расчитана по уравнению регрессии

Выводы. На протяжении 1980-2014 гг. температура воздуха в Гомеле отличается устойчивой тенденцией к повышению ее средних годовых значений и значительной временной изменчивостью. В разрезе сезонов года наиболее значительное повышение температуры воздуха характерно для июля, несколько меньше ее рост в январе.

На протяжении исследуемого периода в Гомеле характерна устойчивая тенденция к повышению количества дней с комфортными значениями НЭЭТ и сокращению дискомфортных дней с индексом холодового стресса по Хиллу ( $H_w$ )  $\geq 4,5 \text{ Вт/м}^2\text{с}$ , при существенной межгодовой изменчивости этих показателей.

Согласно прогнозному сценарию в 2025 году ожидаются положительные изменения всех основных параметров определяющих термический режим воздуха в Гомеле и повышение его комфортности для жизнедеятельности их населения.

1. Айзенштадт Б. А. Тепловой баланс человека и его здоровье // Климат и здоровье человека. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – Т.1. С. 197-209.

2. Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия – Киев: Изд-во Здоровье, 1980. – 265 с.

3. Бутьева И.В., Овчарова В.Ф. Роль комплекса погодообразующих факторов в медико-метеорологическом прогнозировании // Погодообразующие факторы и их роль в биоклиматологии. – М.: МФГО, 1980. – С. 73-81.

4. Витченко А.Н., Телеш И.А. Геоэкологическая оценка комфортности климата крупных городов Беларуси // Вестник БГУ. Сер.2, Химия, Биология, География. – 2011. - № 2. – С. 73-78.

5. Исаев А.А. Экологическая климатология. – М.: Изд-во Научный мир, 2003. – 470 с.