

на 16 дней. При этом наиболее существенное сокращение продолжительности отопительного периода произойдет в северных и восточных районах и составит 18–23 дня. Наименее существенно отопительный период сократится в юго-западных районах и составит 6–11 дней. Это позволит в будущем экономить энергетические ресурсы, но при этом потребность в них сохранится.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Логинов, В. Ф. Современные изменения климата / В. Ф. Логинов ; Ин-т природопользования НАН Беларуси. – СПб. : Лема, 2024. – 267 с.
2. Давыденко, О. В. Изменения продолжительности отопительного сезона на территории Республики Беларусь / О. В. Давыденко, А. Е. Бурак // Материалы I Белорусского географического конгресса: к 90-летию фак. географии и геоинформатики Белорус. гос. ун-та и 70-летию Белорус. геогр. о-ва, Минск, 8–13 апр. 2024 г. В 7 ч. Ч. 1. Современные проблемы гидрометеорологии / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – С. 162–166.
3. Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 21 февр. 2024 г. № 113 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22400113> (дата обращения: 11.03.2025).
4. Climate Change Knowledge Portal : [Site]. – Washington, 2021. – URL: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/belarus/climate-data-projections> (date of access: 11.03.2025).

УДК 551.4:330.15(476)

А. Н. ВИТЧЕНКО

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: dr.vitchenko@rambler.ru

ПРОГНОЗНЫЙ СЦЕНАРИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ КЛИМАТА В ГОРОДЕ БРЕСТЕ

Исследование изменения климатических условий городов является составной частью комплексной оценки геоэкологического потенциала среды жизнедеятельности населения урбанизированных территорий. Для характеристики изменения комфортности климата в г. Бресте были использованы средние суточные данные ГУ «Республиканский центр

по гидрометеорологии, контролю радиационного загрязнения и мониторингу окружающей среды» о температуре и относительной влажности воздуха, парциальном давлении водяного пара, скорости ветра, атмосферном давлении, атмосферных осадках, общей облачности и туманах за 43-летний период (1980–2022), которые были затем обобщены и интерпретированы автором с учетом их сезонной динамики и межгодовой изменчивости.

Расчеты эколого-климатических показателей (далее – ЭКП) осуществлялись с использованием комплексной географической информационной системы геоэкологической оценки комфортности климата [1]. На основе анализа полученных ЭКП был разработан сценарий их возможного изменения до 2040 г. Восемнадцатилетний лаг прогноза обусловлен периодом выборки исходной информации. При анализе исходной выборки выполнялась процедура проверки «выбросов», далее определялись уравнения регрессии изменения ЭКП, вычислялись средние квадратичные отклонения и доверительные интервалы, рассчитывались прогнозные значения ЭКП (таблица).

Таблица – Изменение ЭКП в г. Бресте согласно прогнозному сценарию на 2040 г.

Временная функция*	Стандартное отклонение, σ	Доверительный интервал при $p (\alpha = 0,05)$	Среднее значение ЭКП за 1980–2022 гг.	ЭКП в 2040 г.
Средняя годовая температура воздуха, °C				
$y = 0,0517x + 7,4169$	1,01	$\pm 0,30$	8,6	10,5
Среднее годовое давление атмосферного воздуха, гПа				
$y = 0,018x + 998,14$	0,97	$\pm 0,29$	998,5	999,2
Средняя годовая скорость ветра, м/с				
$y = 2,8519e^{-0,006x}$	0,27	$\pm 0,08$	2,5	2,0
Средняя годовая относительная влажность воздуха, %				
$y = -0,0415x + 76,816$	1,88	$\pm 0,56$	75,9	74,3
Среднее годовое количество атмосферных осадков, мм				
$y = 1,6973x + 561,76$	86,55	$\pm 25,87$	599, 1	663,6
Средняя годовая облачность, баллы				
$y = -0,0038x + 6,6326$	0,26	$\pm 0,08$	6,5	6,4
Продолжительность периода с комфортными НЭЭТ, дни				
$y = 0,2054x + 33,482$	8,71	$\pm 2,60$	38,0	45,8
Количество душных дней с температурой воздуха ≥ 20 °C и относительной влажностью ≥ 75 %				
$y = 0,1625x + 1,6113$	3,93	$\pm 1,17$	5,2	11,4
Продолжительность периода с индексом холодового стресса по Хиллу $\geq 4,5$ Вт/м ² ·с, дни				
$y = 38,771e^{-0,028x}$	11,04	$\pm 3,30$	23,3	7,2

Продолжение таблицы

Количество холодных дней с температурой воздуха $\leq -10^{\circ}\text{C}$				
$y = -0,1406x + 11,209$	8,21	$\pm 2,45$	8,1	2,8
Количества дней с контрастными именениями погоды				
$y = -0,2295x + 152,77$	11,86	$\pm 3,55$	147, 7	139,0
Количество дней с межсуточным изменением атмосферного давления ≥ 9 гПа/сут				
$y = -0,2007x + 40,508$	8,41	$\pm 2,51$	36,1	28,5
Количество дней с относительной влажностью воздуха $\geq 80\%$				
$y = -0,0545x + 161,01$	18,89	$\pm 5,65$	159,8	157,7
Количество дней со скоростью ветра ≥ 5 м/с				
$y = 18,418e^{-0,032x}$	6,99	$\pm 2,09$	11, 2	2,7
Количество дней с осадками ≥ 1 мм				
$y = -0,1626x + 107,9$	11,09	$\pm 3,31$	104,3	98,1
Количество дней с облачностью ≥ 6 баллов				
$y = -0,2563x + 232,45$	14,29	$\pm 4,27$	226,8	217,1
Продолжительность комфортного периода эксплуатации жилых сооружений, дни				
$y = 0,0346x + 123,8$	13,11	$\pm 3,92$	124, 6	125,9
Климатический потенциал самоочищения атмосферы, отн. ед.				
$y = -0,0021x + 0,3259$	0,10	$\pm 0,03$	0,28	0,20
Средняя месячная температура воздуха в июле, $^{\circ}\text{C}$				
$y = 0,0692x + 17,996$	1,74	$\pm 0,52$	19,5	22,1
Средняя месячная температура воздуха в январе, $^{\circ}\text{C}$				
$y = 0,0357x - 3,2415$	3,52	$\pm 1,05$	-2,5	-1,1
Интегральный показатель комфортности климата, отн. ед.				
$y = 0,016x + 3,0722$	0,38	$\pm 0,11$	3,42	4,03

Примечание – * – Рассчитана по уравнению регрессии.

При определении уравнений регрессии изменения ЭКП были выполнены расчеты для линейной и экспоненциальной регрессионной модели. Анализ полученных данных показал, что, в соответствии с физическими особенностями рассматриваемых ЭКП, для прогнозных оценок изменения температуры воздуха, атмосферного давления, относительной влажности воздуха, атмосферных осадков, облачности, продолжительности периода с комфортными НЭЭТ; количества душных и холодных дней; количества дней с контрастными изменениями погоды, с межсуточным изменением атмосферного давления ≥ 9 гПа/сут, с относительной влажностью воздуха $\geq 80\%$, с осадками ≥ 1 мм, с облачностью ≥ 6 баллам; продолжительности комфортного периода эксплуатации жилых сооружений; климатического потенциала самоочищения атмосферы; средней температуры июля и января; интегрального показателя комфортности климата лучше использовать уравнение линейной регрессии, а для прогнозирования продолжительности дискомфортного периода с индексом холодового стресса по Хиллу $\geq 4,5$ Вт/м²·с; скорости ветра и количества дней со скоростью

ветра ≥ 5 м/с – уравнение экспоненциальной регрессии. Анализ прогнозных данных показал, что в 2040 г. в г. Бресте ожидается повышение средней годовой температуры воздуха. По сравнению со средними значениями за 1980–2022 гг. она увеличится на $1,9$ °С и достигнет $10,5$ °С. Среднее годовое давление атмосферного воздуха существенно не изменится и составит $999,2$ гПа. Средняя годовая скорость ветра понизится на $0,5$ м/с до $2,0$ м/с. Средняя годовая относительная влажность воздуха незначительно понизится и составит $74,3$ %. Среднее годовое количество атмосферных осадков увеличится на $64,5$ мм и достигнет $663,6$ мм. Средняя годовая облачность существенно не изменится и уменьшится всего на $0,1$ балла до $6,4$ балла. Ожидается существенное увеличение продолжительности периода с комфортными НЭЭТ на 8 дней до 46 дней. Количество душных дней увеличится до 11 дней. Продолжительность дискомфорта периода с индексом холодового стресса по Хиллу $\geq 4,5$ Вт/м²·с сократится до 7 дней. Также ожидается сокращение количества дней: с температурой воздуха $\leq$ минус 10 °С – до 3 дней; с контрастными изменениями погоды – на 8 дней до 139 дней; с межсуточным изменением атмосферного давления ≥ 9 гПа/сут – на 8 дней до 29 дней; с относительной влажностью воздуха ≥ 80 % – на 2 дня до 158 дней; со средней скоростью ветра ≥ 5 м/с – на 9 дней до 3 дней; с осадками ≥ 1 мм – на 6 дней до 98 дней; с облачностью ≥ 6 баллов – на 10 дней до 217 дней. Продолжительность комфортного периода эксплуатации жилых сооружений увеличится до 126 дней. Климатический потенциал самоочищения атмосферы уменьшится за счет сокращения количества дней с сильным ветром ≥ 5 м/с и осадками ≥ 1 мм и составит $0,2$ отн. ед. Ожидается повышение средней месячной температуры воздуха в июле и январе. В июле она может увеличиться на $2,5$ °С до $22,1$ °С, а в январе – на $1,4$ °С до минус $1,1$ °С. Результаты анализа изменения ЭКП позволяют сделать вывод, что в г. Бресте в 2040 г. предполагается повышение уровня комфортности климатических условий. Интегральный показатель комфортности климата, по сравнению с его средними значениями за 1980–2022 гг., увеличится на $0,61$ отн. ед. Его абсолютные значения, соответствующие комфортным климатическим условиям, составят $4,03$ отн. ед.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Витченко, А. Н. Геоэкологическая оценка комфортности климата крупных городов Беларуси / А. Н. Витченко, И. А. Телеш // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия. Биология. География. – 2011. – № 2. – С. 73–78.