

Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2025. № 1. С. 65–78

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 711.4

DOI: 10.22227/2311-1518.2025.1.65-78

Конечно, у всякого времени свои стремления и свои заботы: **климат**, и тот меняется.
Лесков Н.С., Некуда, 1864

ГОРОДСКАЯ СРЕДА ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Нина Павловна Умнякова^{1,2}, Владимир Александрович Смирнов^{1,2}

¹ Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН) Минстроя России; г. Москва, Российская Федерация;

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Российская Федерация

Проведен анализ климатических изменений на Земле за последнее тысячелетие, детально рассмотрены климатические изменения на территории России за последние 50–100 лет, что позволило подтвердить процесс потепления практически по всей России. Наиболее сильное потепление наблюдается в высоких широтах Земного шара, поэтому в российских северных регионах потепление происходит интенсивнее. Для адаптации строительной отрасли к происходящим климатическим переменам выполнен пересмотр основного нормативного технического документа СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01–99 Строительная климатология». В статье приведены пересмотренные климатические параметры для нескольких городов РФ. Представленные климатические параметры для городов и прилегающих к ним регионов, например Москвы и области, позволяют сделать вывод, что Москва является городским «островом тепла», где температура в центре на 1–3 градуса выше, чем в Московской области. Явление «теплого острова» продемонстрировано на рисунках с замеренными температурами и вычисленными средними значениями для метеостанций в центре Москвы (Балчуг) и Московской области. Приведены причины образования «островов тепла» и перечислены рекомендации по снижению их негативного влияния.*

Ключевые слова: климат, повышение температуры, строительная климатология, городской остров тепла

Для цитирования: Умнякова Н.П., Смирнов В.А. Городская среда обитания человека в условиях изменения климата // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2025. № 1. С. 65–78. DOI: 10.22227/2311-1518.2025.1.65-78

HUMAN URBAN HABITAT IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

Nina P. Umnyakova^{1,2}, Vladimir A. Smirnov^{1,2}

¹ Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation;

² Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (NIISF RAASN) Ministry of Construction of Russia; Moscow, Russian Federation

An analysis of climate changes on Earth over the last millennium was carried out, climate changes in Russia over the past 50–100 years were examined in detail, which made it possible to confirm the warming process throughout almost all of Russia. The strongest warming is observed in the high latitudes of the globe, so in the Russian northern regions the warming is more intense. To adapt the construction industry to ongoing climate changes, a revision of the main regulatory technical document SP 131.13330.2020 “SNiP 23-01–99 Construction Climatology” was carried out. The article presents revised climatic parameters for several cities of the Russian Federation. The presented climatic parameters for cities and adjacent regions, for example, Moscow and Moscow region, allow us to conclude that Moscow is an urban “heat island”, where the temperature in the center is 1–3 degrees higher than in the Moscow region. The “heat island” phenomenon is demonstrated in figures with measured temperatures and calculated average values for weather stations in the center of Moscow (Balchug) and the Moscow region. The reasons for the formation of “heat islands” are given and recommendations for reducing their negative impact are listed.*

Keywords: climate, temperature rise, building climatology, urban heat island

For citation: Bakaeva N.V., Gordon V.A., Chernyaeva I.V., Kormina A.A. Study and forecasting of fertility in the context of the biosphere compatibility paradigm. Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology. 2025; 1:65-78. DOI: 10.22227/2311-1518.2025.1.65-78 (rus.).

На протяжении тысячелетий климат на Земле менялся постоянно. Рассматривая последние 1200 лет, следует отметить, что в VIII–XIV вв. нашей эры климат на Земле был достаточно теплым и мягким, за что получил название малого (или средневекового) климатического оптимума. Он был теплее нашего времени, а среднемировая температура превышала нынешнюю примерно на 1 °C [1, 2]: в это время в Англии и на побережье Балтийского моря выращивали виноград, а викинги освоили Гренландию и дали ей название «Зелёная земля» (Green land), которое сегодня вряд ли пришлось бы кому-нибудь в голову.

С XIII–XIV вв. началось похолодание, которое продолжалось до середины XIX в. и получило название Малый ледниковый период [1, 3]. Эпоха Малого ледникового периода наблюдалась сравнительно недавно, поэтому осталось много следов в исторических хрониках: в это время средняя температура опускалась до значений почти на 1–3 °C ниже современной и самым холодным был период 1780–1820 гг. (рис. 1, а) [2]. По историческим данным установлено, что периоды похолодания на Земле связаны со снижением солнечной активности: в эпоху Малого ледникового периода отмечались периоды экстремально низкой солнечной активности: минимум Шперера (1400–1540), мини-

мум Маундера (1645–1715), минимум Дальтона (1790–1830) и минимум Глейсберга (1890–1910) [2]. Периоды резкого похолодания отмечены в Европе Великим голодом (1315–1317 гг.), эпидемией черной оспы, крестьянскими возмущениями и столетней войной (1337–1453 гг.). Минимум Маундера часто называют Большой солнечный минимум. В этот период солнечная активность была наименьшей с начала тысячелетия. Столь низкая солнечная активность привела к значительному понижению температуры на Земле, в результате которого замерзла вода в русле реки Темза. Минимум Маундера совпадает по времени с наиболее холодной фазой глобального похолодания климата, наблюдавшейся в течение XIV–XIX вв. Факт снижения активности Солнца был установлен благодаря радиоуглеродному исследованию годовых колец деревьев и содержанию в древесине углерода 14 (^{14}C). Это стало возможным благодаря открытию зависимости содержания углерода в годовых кольцах дерева от активности Солнца (рис. 1, б).

С середины XIX в. во всем Северном полушарии началось потепление. В этот период уже начались регулярные инструментальные наблюдения и было установлено, что за период с середины XIX в. по 1940 г. повышение температуры составило около 0,6 °C. После 1940 г. до середины 60-х гг. XX в.

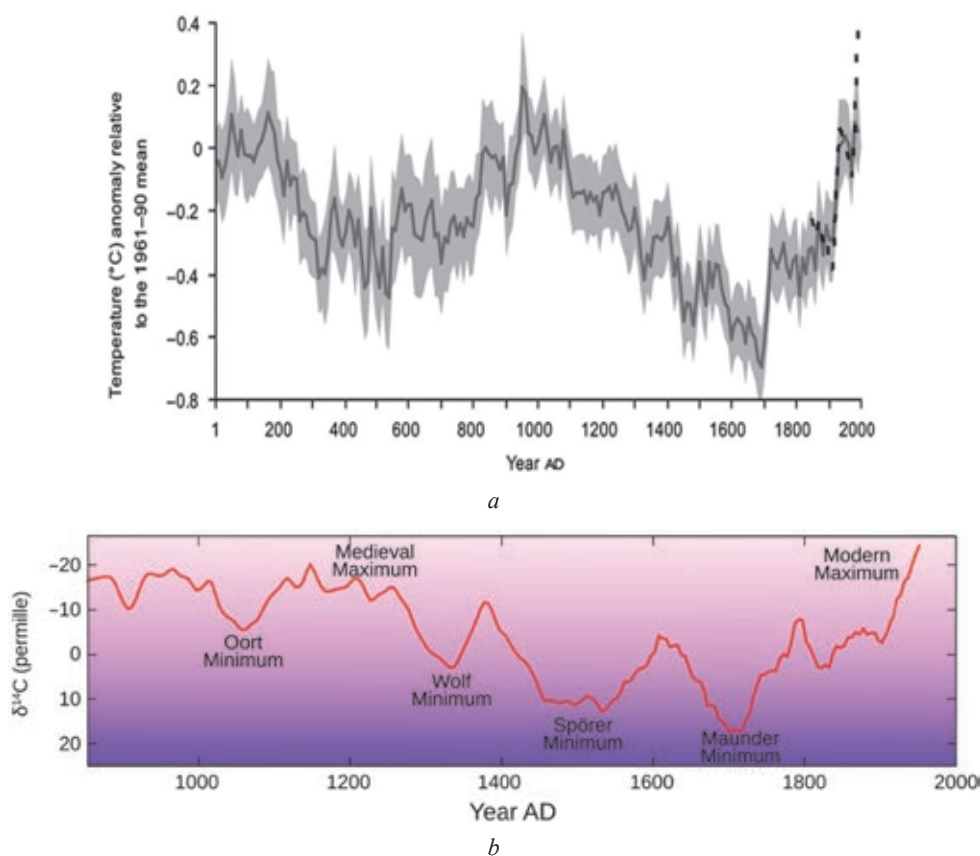


Рис. 1. а — обобщенный временной ход аномалий приземной температуры в Северном полушарии за последние 2000 лет; б — восстановленная солнечная активность по радиоизотопным маркерам углерода

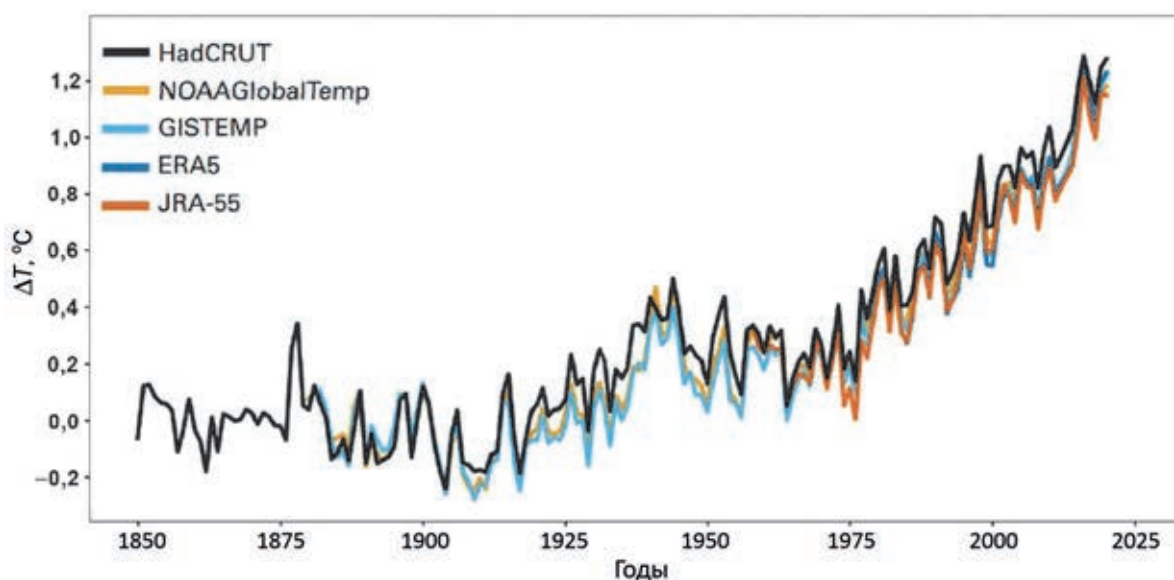


Рис. 2. Отклонение среднеглобальной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) от среднеглобальной в доиндустриальный период (1850–1900 гг.) по данным пяти архивов: HadCRUT (Великобритания), NOAA GlobalTemp (NOAA, США), GISTEMP (NASA, США), ERA5 (ECMWF, Европейский Союз), JRA-55 (Япония) (ВМО, 2021) [4]

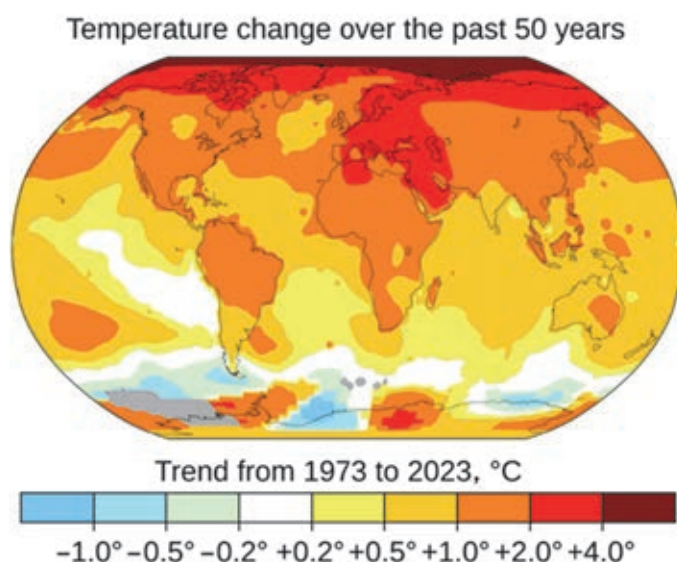


Рис. 3. Карта изменений приземной температуры воздуха с 1973 по 2023 г.

произошло похолодание на $0,4^{\circ}\text{C}$, сменившееся новым потеплением, продолжающимся в настоящее время (рис. 2). По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО, 2020), период 2015–2020 гг. был самым теплым шестилетием, а 2011–2020 гг. — самым теплым десятилетием за всю историю наблюдений. Начиная с 1980-х гг. каждое последующее десятилетие было теплее, чем любое предыдущее после 1850 г. Современная средняя глобальная температура приземного воздуха составила примерно $14,9^{\circ}\text{C}$, что на $1,2^{\circ}\text{C}$ выше, чем в доиндустриальную эпоху [4, 5].

За период 1959–2021 гг. приземная температура воздуха Земли увеличилась на $0,81^{\circ}\text{C}$ [6]. Последние десятилетия характеризуются значительным

потеплением климата, особенно в высоких широтах [7] (рис. 3).

Территория России расположена в Северном полушарии и значительная ее часть — в высоких широтах. Сглаженная кривая на рис. 4 показывает, что начало потепления для северного полушария в целом и для России приходится на начало 1980-х гг. Увеличение летних температур в среднем по территории России происходит в 1,27 раза быстрее, чем по Северному полушарию [8].

Повышение температуры на территории РФ наблюдается во все сезоны. Территория России теплеет примерно в 2 раза быстрее, чем суша в целом: $0,51^{\circ}\text{C}/10$ лет. Начиная с 1980–1990-х гг. каждое последующее десятилетие было теплее преды-

Таблица 1. Климатические параметры холодного периода

Республика, край, автономный округ, область, пункт	Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью		Температура воздуха наиболее холодной пяти- дневки, °С, обеспе- ченностью		Темпера- тура воз- духа, °С, обеспе- ченностью 0,94	Абсо- лютная минимал- ная тем- пература воздуха, °С	Средняя суточ- ная амплитуда температуры воздуха наибо- лее холодного месяца, °С	Продолжительность, сут,	
	0,98	0,92	0,98	0,92				≤ 0 °С	
								продолжи- тельность	средняя темпе- ратура
Архангельск	−39	−37	−36	−33	−18	−45	8,2	172	−7,6
Уфа	−43	−38	−34	−31	−19	−49	9,6	151	−8,8
Донецк	−29	−26	−26	−22	−9	−35	5,3	118	−4,1
Запорожье	−25	−22	−22	−18	−6	−32	5,6	93	−2,4
Калининград	−24	−21	−20	−18	−5	−33	5,3	75	−1,2
Петропавловск- Камчатский	−21	−19	−18	−16	−10	−34	5,1	156	−4,8
Сочи	−5	−4	−3	−2	3	−13	6,2	0	−
Севастополь	−14	−12	−9	−7	1	−22	6,1	0	−
Курск	−28	−27	−24	−22	−11	−35	5,9	128	−4,7
Луганск	−29	−27	−26	−23	−9	−42	6,0	100	−2,7
Санкт-Петербург	−30	−27	−27	−23	−10	−36	5,6	124	−4,0
Магадан	−30	−29	−28	−27	−20	−35	4,8	207	−10,8
Москва	−31	−28	−26	−23	−11	−43	5,8	130	−4,8
Орел	−27	−23	−24	−20	−14	−39	6,6	128	−4,9
Владивосток	−25	−24	−23	−22	−14	−31	7,2	131	−7,9
Якутск	−56	−53	−53	−51	−42	−64	5,7	206	−24,9
Екатеринбург	−40	−36	−32	−30	−17	−47	6,7	156	−8,6
Казань	−39	−34	−32	−28	−16	−47	6,6	147	−7,4
Томск	−43	−41	−39	−37	−23	−55	8,5	169	−11,4
Херсон	−23	−20	−20	−16	−5	−26	5,9	68	−1,3

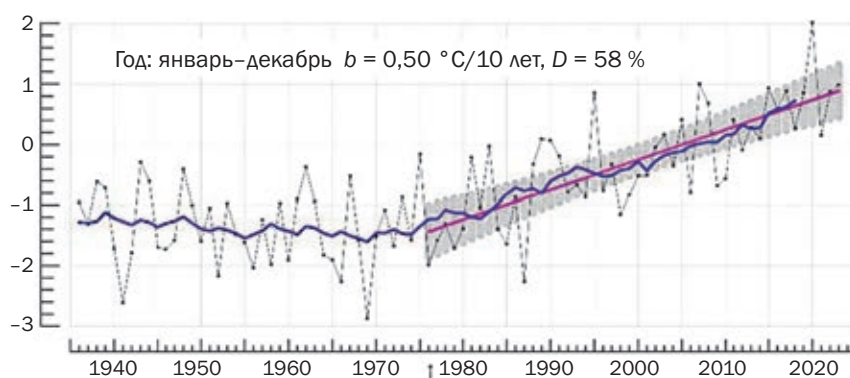


Рис. 4. Сезонная аномалия (июнь–август) температуры приземного воздуха, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886–2019 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961–1990 гг. [9]

дущего, а из 10 самых теплых лет 9 наблюдались в XXI в. (рис. 5). Однако в 2021 и 2022 гг. это значение понизилось до 0,49 °C/10 лет, а в 2023 г. — до 0,5 °C/10 лет [4, 10, 11] (рис. 6).

Наблюдаемое общее потепление влияет и на другие климатические характеристики, в частности, на средние сезонные осадки и показатели экстремальности режима осадков, облачность, характеристики

сезонного снежного покрова, речной сток, замерзание и вскрытие рек. При происходящем потеплении растет содержание водяного пара в атмосфере, что способствует увеличению количества осадков, включая экстремальные. Рост суточных максимумов осадков проявляется на значительной территории России в холодный сезон (за исключением северо-востока и прибрежных территорий Восточной Арктики).

и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха				Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, %	Количество осадков за ноябрь–март, мм	Преобладающее направление ветра за декабрь–февраль	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С
≤ 8 °С		≤ 10 °С							
продолжительность	средняя температура	продолжительность	средняя температура						
245	–4,1	267	–3,1	84	82	196	ЮВ	3,4	2,9
206	–5,4	220	–4,4	79	75	216	Ю	3,8	2,8
182	–1,3	197	–0,5	89	82	329	В	4,5	3,5
168	0,3	185	1,1	87	78	255	В, СВ	–	4,1
184	1,6	209	2,5	85	80	311	З	3,5	2,6
250	–1,5	276	–0,5	67	64	570	С	5,1	4,6
85	6,6	124	7,3	74	69	804	В	2,8	2,2
132	4,9	160	5,6	78	73	190	СВ	6,0	4,2
191	–1,8	208	–0,9	83	78	224	З	3,9	3,1
173	0,1	191	0,9	84	74	184	В	3,5	3,4
208	–0,8	226	0,0	84	81	224	ЮЗ	3,1	2,4
276	–7,0	299	–5,8	61	59	129	СВ	4,8	3,7
202	–1,7	220	–0,8	82	76	237	З	2,0	1,7
195	–1,8	213	–0,9	84	80	204	Ю	4,3	3,8
195	–3,9	217	–2,6	59	52	105	С	7,4	6,4
249	–19,9	261	–18,6	74	74	49	С	1,4	1,5
216	–5,1	235	–3,9	77	72	122	З	4,0	3,1
204	–4,2	219	–3,3	81	77	200	Ю	3,5	2,8
230	–7,3	247	–6,2	78	74	185	Ю	2,6	1,8
161	1,5	180	2,3	87	76	163	В, СВ	4,2	3,7

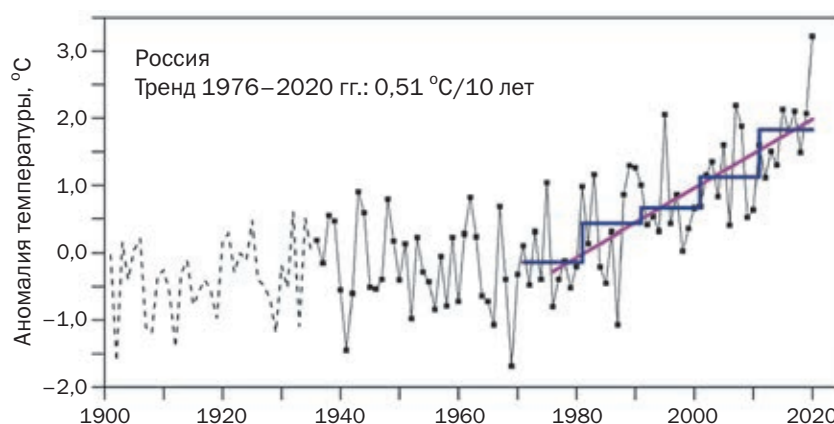


Рис. 5. Изменения приповерхностной температуры на территории России в период с начала XX столетия. Показаны: среднегодовая аномалия относительно норм 1961–1990 гг. (до 1936 г. — пунктир, из-за слабой освещенности данными наблюдений АТР); средние десятилетние величины за 1971–1980, ..., 2011–2020 гг.; линейный тренд за 1976–2020 гг. [4]

Летом в южных районах Европейской части России отмечается убывание количества осадков [4].

Около 60 % территории Российской Федерации находятся в условиях многолетнемерзлых грунтов. В последнее десятилетие температура многолетнемерзлых грунтов в Северном полушарии увеличилась на $0,39 \pm 0,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зоне сплошного

и на $0,20 \pm 0,10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зоне прерывистого распространения, почти повсеместно увеличилась мощность сезонно-талого слоя.

Таким образом, происходящие в настоящее время климатические изменения в сторону потепления должны быть отражены в нормативных технических документах для строительной от-

Таблица 2. Климатические параметры теплого периода

Республика, край, область, АО, пункт	Барометрическое давление, ГПа	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,95	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,98	Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °С	Абсолютная максимальная температура воздуха, °С
Архангельск	1011	20	23	22,2	34
Уфа	1005	24	28	26,8	39
Донецк	989	26	30	27,1	39
Запорожье	1003	27	31	28,4	40
Калининград	1013	22	25	23,9	37
Петропавловск-Камчатский	1000	16	19	17,9	30
Сочи	1009	26	28	28,5	39
Севастополь	1015	28	31	27,7	38
Курск	987	24	27	25,6	39
Луганск	1009	26	30	28,4	42
Санкт-Петербург	1013	21	24	23,4	37
Магадан	996	13	15	15,6	28
Москва	997	23	26	24,8	38
Орел	992	33	40	25,3	40
Владивосток	993	21	23	23,5	34
Якутск	1003	23	27	25,7	38
Екатеринбург	982	23	26	25,2	39
Казань	1002	24	27	26,3	39
Томск	1001	22	25	25,3	36
Херсон	1010	26	30	29,3	41

Таблица 3. Средняя месячная и годовая температура воздуха

Республика, край, автономный округ, область, пункт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Архангельск	-12,6	-11,2	-5,5	0,4	7,2	13,1	16,4	13,4	8,3	2,1	-4,4	-9,0	1,5
Уфа	-12,9	-12,0	-5,0	5,5	13,5	17,8	19,7	17,4	11,4	4,2	-3,9	-10,3	3,8
Донецк	-5,8	-5,5	0,0	8,8	15,3	19,0	21,1	20,3	14,4	7,4	0,9	-3,7	7,7
Запорожье	-3,4	-2,8	2,3	10,0	16,6	20,5	22,3	21,9	16,2	9,3	2,6	-1,5	9,5
Калининград	-1,7	-1,2	2,0	7,1	12,4	15,9	18,0	17,6	13,1	8,4	3,7	0,2	8,0
Петропавловск-Камчатский	-6,7	-6,2	-3,7	0,3	4,6	9,5	13,0	13,6	10,5	5,3	-0,6	-5,0	2,9
Сочи	6,1	6,5	8,3	12,2	16,3	20,5	23,3	23,8	20,1	15,8	11,3	8,1	14,4
Севастополь	3,8	4,2	7,1	10,9	16,3	21,4	24,4	24,4	19,4	14,4	9,6	5,6	13,5
Курск	-6,7	-6,2	-1,0	7,7	14,5	18,0	19,6	18,8	12,9	6,3	-0,2	-4,5	6,6
Луганск	-4,6	-4,0	1,4	9,9	16,1	20,3	22,2	21,3	15,4	8,5	1,9	-2,3	8,8
Санкт-Петербург	-5,6	-5,5	-1,2	4,8	11,4	16,1	18,8	17,0	11,7	6,0	0,6	-3,3	5,9
Магадан	-16,2	-15,2	-11,2	-4,5	1,9	7,8	11,8	12,1	7,5	-1,0	-9,9	-14,7	-2,6
Москва	-7,0	-6,4	-1,0	6,5	13,3	17,2	19,2	17,2	11,4	5,4	-0,7	-4,8	5,9
Орел	-7,1	-6,6	-1,4	7,1	13,9	17,6	19,2	18,0	12,2	6,0	-0,1	-4,7	6,2
Владивосток	-12,3	-8,8	-1,7	5,0	9,9	13,6	17,9	19,9	16,0	8,9	-0,7	-9,2	4,9
Якутск	-38,6	-33,9	-19,8	-4,4	7,8	16,6	19,5	15,3	6,1	-7,5	-27,0	-37,5	-8,6
Екатеринбург	-13,1	-11,2	-3,9	4,5	11,7	16,8	18,8	16,1	10,0	2,9	-5,6	-10,6	3,0
Казань	-10,8	-10,2	-3,9	5,5	13,7	18,1	20,3	18,1	11,8	4,6	-2,8	-8,2	4,7
Томск	-17,6	-15,2	-7,0	2,0	9,9	16,3	18,6	15,6	9,2	1,5	-8,3	-14,9	0,8
Херсон	-1,8	-0,9	3,7	10,2	16,4	20,7	22,9	22,5	17,1	10,5	4,3	0,3	10,5

	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, °С	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца, %	Количество осадков за апрель–октябрь, мм	Суточный максимум осадков, мм	Преобладающее направление ветра за июнь–август	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с
	10,7	73	59	406	63	С	2,3
	13,1	68	50	354	61	С	0,0
	11,0	63	40	329	125	В	3,8
	11,7	62	41	398	121	С	0,0
	10,1	75	58	495	118	З	2,6
	6,8	82	73	638	200	ЮВ	0,0
	7,9	78	67	853	245	В	1,5
	8,1	71	61	230	118	В	0,0
	10,4	65	50	414	100	З	2,7
	12,3	63	41	317	98	З	0,0
	8,2	70	57	436	76	З	2,2
	5,5	83	76	442	108	З	3,1
	10,2	71	55	476	88	С	0,0
	11,1	73	56	417	77	Ю	2,9
	5,6	87	78	746	244	Ю	6,0
	13,1	61	44	187	49	СЗ	2,5
	10,5	64	50	394	94	З	2,5
	10,3	64	50	365	121	З	0,0
	11,6	73	55	380	81	Ю	0,0
	12,1	83	40	295	102	С	2,8

Таблица 4. Средняя месячная и годовая скорость ветра

Республика, край, автономный округ, область, пункт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Архангельск	2,9	2,9	2,9	2,8	2,9	2,7	2,4	2,4	2,6	2,9	2,9	2,9	2,8
Уфа	2,9	2,7	2,7	2,8	2,8	2,3	2,1	2,0	2,2	2,8	2,8	2,7	2,6
Донецк	5,0	5,3	5,2	4,7	3,9	3,5	3,4	3,5	3,8	4,3	4,6	5,0	4,3
Запорожье	4,4	4,7	4,6	4,4	3,8	3,5	3,5	3,6	3,8	4,0	4,2	4,5	4,1
Калининград	2,7	2,6	2,6	2,5	2,2	2,0	2,0	1,8	1,9	2,2	2,6	2,6	2,3
Петропавловск-Камчатский	4,9	5,0	4,8	4,1	3,4	3,1	2,8	2,9	3,5	4,6	5,3	5,0	4,1
Сочи	2,2	2,1	2,0	1,8	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	2,0	2,1	1,8
Севастополь	4,2	4,2	4,2	3,8	3,5	3,6	3,7	3,6	3,6	3,7	3,8	4,3	3,9
Курск	3,3	3,2	3,2	3,0	2,6	2,4	2,3	2,2	2,5	2,9	3,1	3,3	2,8
Луганск	3,0	3,4	3,0	3,1	2,6	2,0	1,9	2,0	2,2	2,5	2,9	2,9	2,6
Санкт-Петербург	2,5	2,3	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,9	2,3	2,6	2,6	2,2
Магадан	4,3	4,0	3,8	3,5	3,2	3,2	3,0	2,9	3,1	3,6	4,2	4,3	3,6
Москва	1,7	1,7	1,7	1,7	1,4	1,3	1,2	1,1	1,2	1,5	1,7	1,7	1,5
Орел	3,9	4,0	3,9	3,7	3,3	3,0	2,8	2,8	3,0	3,5	3,8	4,0	3,5
Владивосток	6,7	6,4	6,1	6,3	6,2	5,8	5,6	5,6	5,5	6,3	6,5	6,4	6,1
Якутск	0,8	0,9	1,4	2,1	2,6	2,4	2,2	2,0	2,1	1,8	1,2	0,9	1,7
Екатеринбург	3,0	2,9	3,1	3,2	2,9	2,7	2,3	2,4	2,7	3,2	3,2	3,1	2,9
Казань	2,9	2,8	2,6	2,7	2,5	2,3	2,1	2,1	2,3	2,8	2,9	2,9	2,6
Томск	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	1,4	1,2	1,2	1,3	1,7	1,8	1,8	1,6
Херсон	3,7	3,9	4,0	3,5	3,0	2,8	2,8	2,8	2,9	3,1	3,4	3,7	3,3

Таблица 5. Изменение климатических параметров в отдельных городах России за период с 1982 по 2024 г.

Пункт	Нормативный документ	Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью		Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью		Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94	Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С	
		0,98	0,92	0,98	0,92				
Москва	СНиП 2.01.01–82	–35	–32	–30	–26	–	–42	–	
	СНиП 23-01–99	–36	–32	–30	–28	–15	–42	6,5	
	СП 131.13330.2012 (до 2010 г.)	–35	–28	–29	–25	–13	–43	5,4	
	СП 131.13330.2020	–34	–29	–29	–26	–13	–43	6,0	
	СП131.13330.2024	–31	–28	–26	–23	–11	–43	5,8	
Санкт-Петербург	СНиП 2.01.01–82	–32	–29	–29	–26	–	–	–	
	СНиП 23-01–99 (2003 г.)	–33	–30	–30	–26	–11	–36	5,6	
	СП 131.13330.2012 (до 2010 г.)	–32	–27	–28	–24	–11	–36	5,3	
	СП 131.13330.2020	–31	–28	–27	–24	–11	–36	5,8	
	СП131.13330.2024	–30	–27	–27	–23	–10	–36	5,6	
Курск	СНиП 2.01.01–82	–	–	–	–	–	–	–	
	СНиП 23-01–99 (2003 г.)	–32	–30	–29	–26	–14	–	6,3	
	СП 131.13330.2012 (до 2010 г.)	–29	–27	–24	–24	–12	–	5,6	
	СП 131.13330.2020	–29	–27	–25	–23	–12	–	6,2	
	СП131.13330.2024	–28	–27	–24	–22	–11	–	5,9	

Таблица 6. Климатические параметры холодного периода для Москвы и Московской области

Республика, край, авто- номный округ, область, пункт	Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспечен- ностью		Температура воздуха наибо- лее холодной пятидневки, °С, обеспечен- ностью		Темпе- ратура воздуха, °С, обеспе- ченно- стью 0,94	Абсолют- ная мини- мальная темпера- тура воз- духа, °С	Средняя суточ- ная амплитуда температуры воздуха наибо- лее холодного месяца, °С	Продолжительность, сут, и средняя температура воздуха, °С,			
								≤ 0 °С		≤ 8 °С	
	продол- житель- ность	средняя темпе- ратура	продол- житель- ность	средняя темпе- ратура							
	0,98	0,92	0,98	0,92							
Московская область											
Дмитров	−35	−31	−30	−26	−12	−43	6,2	138	−5,4	207	−2,3
Кашира	−32	−29	−28	−25	−13	−44	6,2	138	−5,6	203	−2,5
Можайск	−34	−31	−27	−25	−12	−44	7,3	136	−5,3	208	−2,0
Москва	−31	−28	−26	−23	−11	−43	5,8	130	−4,8	202	−1,7
Наро-Фоминск	−33	−30	−28	−25	−12	−42	7,3	136	−5,3	207	−2,1
Павловский Посад	−33	−30	−29	−25	−13	−45	7,2	137	−5,5	205	−2,3
Подмосковная	−31	−29	−27	−25	−11	−44	7,1	131	−4,8	203	−1,7
Черусти	−35	−32	−30	−26	−14	−45	8,5	139	−5,9	206	−2,6

расли. На сегодняшний день основным документом, в котором представлены климатические данные для строительного проектирования, является СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01–99* Строительная климатология». Регулярно в него вносятся

изменения и примерно каждые 5 лет происходит пересмотр всех климатических параметров с целью обеспечения строительной отрасли актуальной климатической информацией. В частности, в 2024 г. была проведена большая работа по пере-

	Продолжительность, сут, и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха						Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, %	Количество осадков за ноябрь-март, мм
	≤ 0 °С		≤ 8 °С		≤ 10 °С				
	продолжительность	средняя температура	продолжительность	средняя температура	продолжительность	средняя температура			
	151		213	–3,6	230	–2,7	–	–	–
	145	–6,5	214	–3,1	231	–2,2	84	77	201
	135	–5,5	205	–2,2	223	–1,3	83	82	225
	135	–5,3	204	–2,2	222	–1,3	84	80	235
	130	–4,8	202	–1,7	220	–0,8	82	76	237
	143		219	–2,2	242	–1,1	–	–	–
	139	–5,1	220	–1,8	239	–0,9	86	83	200
	131	–4,6	213	–1,32	232	–0,4	86	84	202
	130	–4,4	211	–1,2	230	–0,4	86	84	217
	124	–4,0	208	–0,8	226	0,0	84	81	224
	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	132	–5,6	198	–2,4	216	–1,4	86	78	212
	132	–5,3	194	–2,3	211	–1,4	85	83	217
	132	–5,1	194	–2,2	210	–1,3	85	81	224
	128	–4,7	191	–1,8	208	–0,9	83	78	224

периода со средней суточной температурой воздуха			Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холод- ного месяца, %	Средняя месяч- ная относитель- ная влажность воздуха в 15 ч наиболее холод- ного месяца, %	Количество осадков за ноябрь– март, мм	Преобладаю- щее направ- ление ветра за декабрь– февраль	Макси- мальная из средних ско- ростей ветра по румбам за январь, м/с	Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной темпе- ратурой воздуха ≤ 8 °С
	≤ 10 °С							
	продолжи- тельность	средняя температура						
	225	–1,4	84	80	199	Ю	3,9	2,9
	220	–1,6	84	81	192	Ю	4,4	3,5
	226	–1,2	83	77	204	Ю	3,8	3,0
	220	–0,8	82	76	237	З	2,0	1,7
	225	–1,2	84	80	207	Ю	3,6	3,1
	223	–1,4	84	80	217	Ю	2,8	2,5
	221	–0,9	85	80	192	Ю	3,1	2,5
	224	–1,7	84	80	197	Ю	3,1	2,5

смотру данного документа. В результате в Свод правил к 440 населенным пунктам было добавлено еще 115 новых пунктов, включая вновь присоединенные территории, проведен пересчет всех климатических параметров за период с 1973 по 2022 г.

(табл. 1–3), введены новые таблицы со значениями средних месячных и годовых значений скоростей ветра (табл. 4) и осадков, пересмотрены карты климатического районирования северной климатической зоны, карты климатического районирования

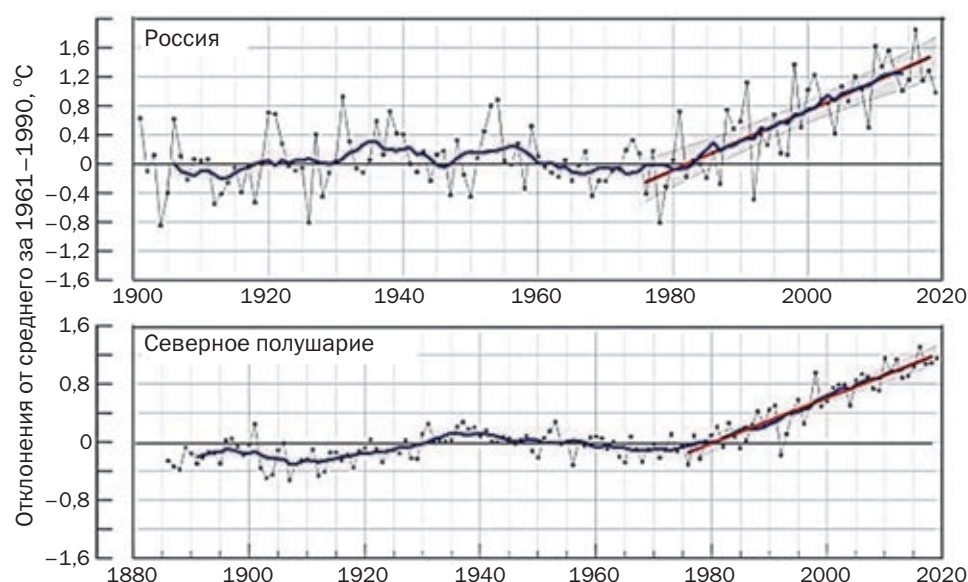


Рис. 6. Средние годовые (вверху) аномалии температуры приземного воздуха (°C), осредненные по территории России [10]

ния по распределению среднего за год числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C , по величине удельной энтальпии наружного воздуха для теплого периода, обеспеченностью 0,98 (параметр А) и обеспеченностью 0,95 (параметр В), а также разработаны новые схематические карты районирования территории РФ по продолжительности периода с устойчивыми морозами и годового прихода суммарной солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, при реальных условиях облачности.

Анализ климатических параметров, отраженных в нормах по климатологии: СНиП 2.01.01–82 «Строительная климатология и геофизика» (1982 г.), СНиП 23-01–99 «Строительная климатология» (2003 г.), СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01–99* Строительная климатология», СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01–99* Строительная климатология» и в пересмотренной в 2024 г. редакции СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01–99* Строительная климатология», показал, что практически по всей территории РФ в холодный период года наблюдается повышение температур (табл. 5).

При пересмотре СП 131.13330.2020 в состав документа были добавлены новые пункты, в том числе и на территории Московской области. Анализ представленных данных по температуре в табл. 6 показывает, что температура наиболее холодной пятидневки в Москве на 2 градуса выше, чем в Павловом Посаде, Наро-Фоминске, Кашире и Можайске, и на 3 градуса выше, чем в Дмитрове и Черусти. Это свидетельствует о том, что в Московской области город Москва является тепловым островом. «Остров тепла» — это метеорологическое явление, когда температура воздуха в городе выше, чем в окружающей его сельской местности [12, 13].

Следует отметить, что явление «городского теплового острова» впервые было обнаружено англичанином Люком Ховардом, который по праву считается пионером исследований городского климата. Люк Ховард получил образование химика-производителя и открыл собственную аптеку в самом центре лондонского мегаполиса в 1794 г. во времена бурного развития научных исследований и дискуссий. Всю жизнь Ховард интересовался наблюдением и изучением климата и атмосферных явлений. Влияние городской среды на климат Говард обнаружил, когда он сравнивал свои температурные измерения в центре Лондона с данными, сделанными Королевским обществом в Сомерсет-Хаусе. Это дало ему основание утверждать, что температура воздуха в городе выше, чем в сельской местности. И объяснил он наблюдаемое явление тем, что город Лондон «потребляет слишком много искусственного тепла», в городе скученно проживает много людей и потребляется большое количество топлива на отопление домов в каминах [14]. Анализ Ховарда основан на данных о температуре, собранных в трех разных местах за пределами Лондона, в том числе в деревне Плейстоу в 6,4 км к востоку от Лондона в 1809 г. и в Тоттенхэме, где показания снимались между 1813 и 1816 гг., и в Сомерсет-Хаусе (Королевское общество) в Лондоне. Городской эффект рассматривается как разница температур между его «городскими» и «сельскими» участками ($\Delta T_{\text{г-с}}$). Было установлено, что еще в начале XIX в. среднее превышение температуры в центре Лондона по сравнению с окрестностями составляет $1,579^{\circ}\text{C}$ [14]. Таким образом, Люк Ховард впервые осознал степень влияния городов на климат, и только в 1970-х гг. ученый сформулировал проблемы, связанные с изучением «городского эффекта» [15].

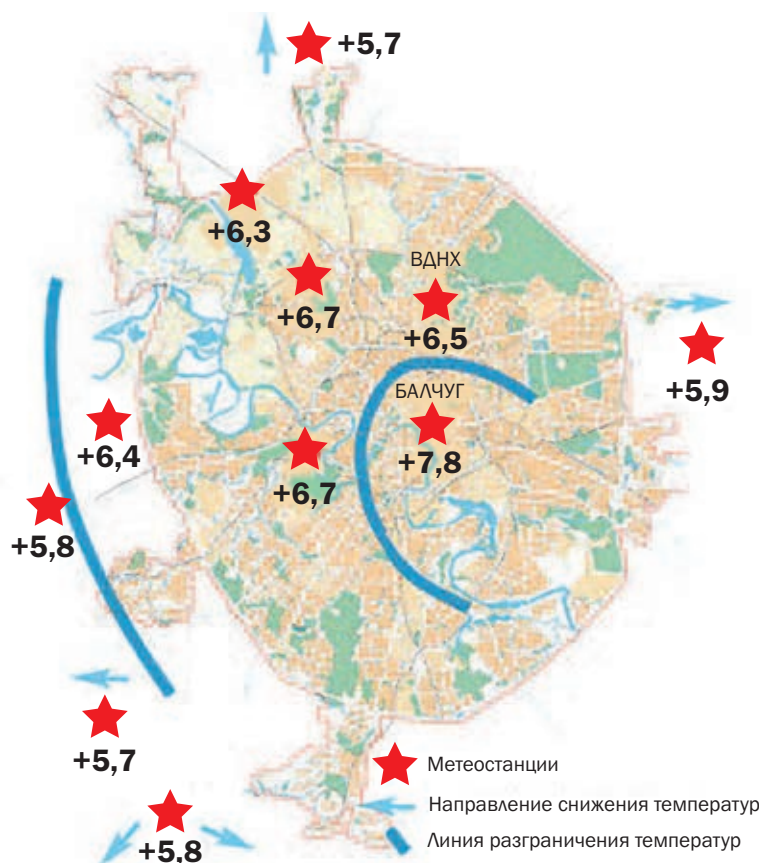


Рис. 7. Средние температуры за период 2010–2014 гг. на метеостанциях Москвы и Подмосковья [16]. Карта составлена М.А. Локощенко

Наблюдаемая во всем мире тенденция к росту городов привела к тому, что разность между температурой в центре города и окружающей его сельской местностью постепенно увеличивается. Эта разность температур называется интенсивностью «островов тепла» [12]. Превращение Москвы в «тепловой остров» как и большинства городов вызвано рядом причин. Достаточно плотная застройка каменными зданиями территории города приводит к тому, что замедляется движение ветровых потоков на территории города, увеличиваются теплопоступления от домов в окружающую среду в зимнее время, а летом нагретые поверхности стен зданий в ночное время «отдают» тепло, нагревая окружающий воздух. Также под действием солнечной радиации наружные стены каменных зданий нагреваются сильнее, что способствует повышению температуры воздуха в городе. К повышению температуры воздуха в городе приводит значительно альбедо поверхностей асфальтированных дорог и замощенных камнем поверхностей. Как правило, дороги, тротуары, площадки покрыты водонепроницаемыми материалами, по которым вода стекает в ливневую канализацию, и это уменьшает расход тепла на испарение влаги. Наличие промышленных предприятий, торговых центров, плотной застройки способствуют усилению интенсивности «островов тепла».

Как видно на карте (рис. 7), средняя — период с 2010 по 2014 г. — температура воздуха в районе Балчуга составила $+7,8^{\circ}\text{C}$, в то время как на подмосковных метеостанциях — от $+5,7$ до $+5,9^{\circ}\text{C}$, т.е. разница температур составила $1,9\text{--}2,1^{\circ}\text{C}$. Для Москвы в первые годы XXI в. максимальное значение этой разности неоднократно превышало 10°C , а один раз достигло даже 14°C [16].

В Москве как на типичном городском «острове тепла» заморозки наступают позже, чем в Подмосковье. На карте показана минимальная температура воздуха, зафиксированная 29 сентября 2021 г. [17]: теплее всего в центре Москвы на метеостанции Балчуг, где температура воздуха $+4,9^{\circ}\text{C}$, в районе ВДНХ температура ниже на $4,2^{\circ}\text{C}$ и составила $0,7^{\circ}\text{C}$.

На расстоянии 5 км на северо-запад от МКАД в Красногорске минимальная температура воздуха составила $0,0^{\circ}\text{C}$, в 17 км на юг от МКАД в Домодедово $(-0,7)^{\circ}\text{C}$, в 19 км на северо-восток от МКАД в Пушкино $(-1,5)^{\circ}\text{C}$ (рис. 8).

Явление городского «острова тепла» является достаточно яркой демонстрацией влияния человека и урбанизированной среды на климат местности. В настоящее время города занимают лишь 2 % площади Земли, однако в них проживают около половины населения планеты [12]. Поэтому одной из задач является уменьшить негативное влияние



Рис. 8. Минимальная температура воздуха в Москве и Подмосковье 29 сентября 2021 г. [17]

тепловых островов как на человека, находящегося в городе, так и на природу.

В настоящее время разработаны мероприятия, которые могут уменьшить интенсивность «островов тепла» в летнее время. К ним нужно отнести в первую очередь озеленение территории города: посадку деревьев, разбивку парков, создание зеленых зон, озеленение парковок, устройство зеленых крыш в регионах, где позволяют погодные условия, а также организацию водоемов. Также целесообразно окрашивать поверхности зданий в светлые тона, увеличивая тем самым их отражательную способность.

Климатологи рекомендуют строить города с широкими улицами. При небольшом расстоянии между домами потоки ветра нормально не аэрируют узкие переулки и улицы, считает климатолог Михаил Локощенко. Воздух в этих кварталах становится малоподвижным, застаивается и нагревается сильнее, чем в более разреженных. Он также считает, что эффективнее было бы открыть реки, которые сейчас заключены в коллекторы. Например, в Москве, помимо реки Неглинная, были спрятаны в коллектор ручей Черторый, идущий от Патриарших прудов до Храма Христа Спасителя; от современного Грузинского вала до Пресненской набережной проходила река Пресня, которую еще в 1908 г. убрали в коллектор. При этом следует отметить, что даже небольшая река может понизить температуру воздуха вокруг себя на 1 градус.

В настоящее время в Москве ведется большая работа по улучшению экологической обстановки в городе. Здесь организовано около 145 особо охраняемых природных территорий площадью более 19,7 тысяч гектар, в которых вмешательство человека в экосистему сведено к минимуму для условий мегаполиса. Из них 30 — это крупные лесные и исторические природные территории, такие как ландшафтные заказники «Тропаревский» (218 га), «Долина реки Сетунь» (696 га) и «Теплый Стан» (369 га), природно-исторические парки «Битцевский лес» (2188 га, лес 1600 га), «Измайлово» (1608 га) и «Москворецкий» (3600 га) и другие [13]. Проводимые и планируемые мероприятия должны благотворно сказаться на экологической обстановке в городе и в будущем уменьшить интенсивность городского «острова тепла» в Москве.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Федоров В.М., Гребенников П.Б. Малый (средневековый) климатический оптимум голоцена и его возможные причины // Жизнь Земли. 2020. Т. 42. № 4. С. 395–405. DOI: 10.29003/m1768.0514-7468.2020_42_4/395-405
2. Шумилов О.И., Касаткина Е.А. Вековые минимумы солнечной активности в древесно-кольцевых хронологиях кольского полуострова: что нас ожидает? // Гелиогеофизика. Труды Кольского научного

- центра. 2020. № 8 (10). Вып. 5. С. 88–100. DOI: 10.25702/KSC.2307–5252.2019.10.8.88–99
3. Федоров В.М., Фролов Д.М. Малый ледниковый период Земли и его возможные причины // Жизнь Земли. 2020. Т. 42. № 1. С. 4–12. DOI: 10.29003/m875.0514-7468.2020_42_1/4-12
4. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб. : Научно-технологические технологии, 2022. 124 с.
5. Федоров В.М. Политика в области климата и вопросы национальной безопасности Российской Федерации // Политика и Общество. 2017. № 12. С. 80–89. DOI: 10.7256/2454–0684.2017.12.24888
6. Глазьев С.Ю., Безруков Л.Б., Долголаптев А.В., Ларин Н.В., Сывороткин В.Л., Федоров В.М. Климатические изменения и энергопереход // Экономические стратегии. 2023. № 6 (192). С. 16–29. DOI: 10.33917/es-6.192.2023.16-29
7. Мохов И.И. Изменения климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования // Вестник российской академии наук. 2022. Т. 92. № 1. С. 3–14. DOI: 10.31857/S0869587322010066
8. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. М., 2020. 97 с.
9. Погонишева И.А., Врабий Э.В. Актуальные проблемы изменения климата в странах Европейского Союза и в России (обзор литературы) // Окружающая среда, здоровье и изменение климата: опыт Европейского союза : мат. науч.-практ. семинара (25 ноября 2019 г.). Нижневартовск : Наука и практика, 2020. С. 15–24.
10. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год. М., 2023. 108 с.
11. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год. М., 2024. 112 с.
12. Локощенко М.А., Енукова Е.А., Алексеева Л.И. О современных изменениях “острова тепла” Москвы // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2023. Т. 511. № 2. С. 243–253. EDN WGLFVM. DOI: 10.31857/S2686739723600728
13. Ильина И. Почему в Москве всегда теплее, чем в Подмосковье. URL: <https://www.kp.ru/daily/27424/4624418/>
14. Howard L. The Climate of London. London, 1833. Vol. 1. 221 p.
15. Lowry W.P. Empirical Estimation of Urban Effects on Climate: A Problem Analysis // Journal of Applied Meteorology. 1977. No. 16. Pp. 129–135. DOI: 10.1175/1520-0450(1977)016<0129:EEOUEO>2.0.CO;2
16. Быкова М. Ученые открыли над Москвой остров тепла. URL: <https://www.mk.ru/moscow/2016/04/05/uchenye-otkryli-nad-moskvoy-ostrov-tepla.html>
17. URL: <https://www.gismeteo.ru/news/weather/pogoda-v-moskve-pervye-zamorozki-ostrov-tepla-i-gustye-tumany/>

Об авторах: **Нина Павловна Умнякова** — д-р техн. наук, доцент, заместитель директора, профессор кафедры ПГ СМФ; **Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН) Минстроя России**; 127238, г. Москва, Локомотивный пр., д. 21; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26;

Владимир Александрович Смирнов — канд. техн. наук, доцент; **Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН) Минстроя России**; 127238, г. Москва, Локомотивный пр., д. 21; ведущий научный сотрудник; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

REFERENCES

1. Fedorov V.M., Grebennikov P.B. Small (medieval) climatic optimum of the Holocene and its possible causes. *Life of the Earth*. 2020; 42(4):395-405. DOI: 10.29003/m1768.0514-7468.2020_42_4/395-405 (rus.).
2. Shumilov O.I., Kasatkina E.A. Secular minimums of solar activity in tree-ring chronologies of the Kola Peninsula: what awaits us? *Heliogeophysics. Proceedings of the Kola Scientific Center*. 2020; 8(10):5:88-100. DOI: 10.25702/KSC.2307–5252.2019.10.8.88–99 (rus.).
3. Fedorov V.M., Frolov D.M. The Little Ice Age of the Earth and its possible causes. *Life of the Earth*. 2020; 42(1): 4-12. DOI: 10.29003/m875.0514-7468.2020_42_1/4-12 (rus.).
4. Third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. General summary. St. Petersburg, High technology, 2022; 124. (rus.).
5. Fedorov V.M. Climate policy and issues of national security of the Russian Federation. *Politics and Society*. 2017; 12:80-89. DOI: 10.7256/2454–0684.2017.12.24888 (rus.).
6. Glazьев S.Yu., Bezrukov L.B., Dolgolaptev A.V., Larin N.V., Syvorotkin V.L., Fedorov V.M. Climate change and energy transition. *Economic strategies*. 2023; 6(192):16-29. DOI: 10.33917/es-6.192.2023.16-29 (rus.).

7. Mokhov I.I. Climate change: causes, risks, consequences, problems of adaptation and regulation. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2022; 92(1):3-14. DOI: 10.31857/S0869587322010066 (rus.).
8. Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2019. Moscow, 2020; 97. (rus.).
9. Pogonysheva I.A., Vrabiy E.V. Topical issues of climate change in the EU countries and Russia (review literature). *Environment, Health and Climate Change: Experience of the European Union : Proceedings of the Research and Practical Seminar November 25, 2019*. Nizhnevartovsk, 2020; 15-24. (rus.).
10. Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2022. Moscow, 2023; 108. (rus.).
11. Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2023. Moscow, 2024; 112. (rus.).
12. Lokoshchenko M.A., Erukova E.A., Alekseeva L.I. On modern changes in Moscow's "heat island". *Reports of the Russian Academy of Sciences. Geosciences*. 2023; 511(2):243-253. EDN WGLFVM. DOI: 10.31857/S2686739723600728 (rus.).
13. Ilyina I. *Why is it always warmer in Moscow than in the Moscow region*. URL: <https://www.kp.ru/daily/27424/4624418/>. (rus.).
14. Howard L. *The Climate of London*. London, 1833; 1:221.
15. Lowry W.P. Empirical Estimation of Urban Effects on Climate: A Problem Analysis. *Journal of Applied Meteorology*. 1977; 16:129-135. DOI: 10.1175/1520-0450(1977)016<0129:EEOUEO>2.0.CO;2
16. Bykova M. *Scientists have discovered a heat island over Moscow*. URL: 2016/04/05/uchenye-otkryli-nad-moskovoy-ostrov-tepla.html (rus.).
17. URL: <https://www.gismeteo.ru/news/weather/pogoda-v-moskve-pervye-zamorozki-ostrov-tepla-i-gustye-tumany/> (rus.).

About the authors: **Nina P. Umnyakova** — Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Deputy Director, Professor of the Department of PG SMF; **Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (NIISF RAASN) Ministry of Construction of Russia**; 21 Lokomotivny pr., Moscow, 127238, Russian Federation; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337, Russian Federation;

Vladimir A. Smirnov — Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor; **Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (NIISF RAASN) Ministry of Construction of Russia**; 21 Lokomotivny pr., Moscow, 127238, Russian Federation; Leading Researcher; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337, Russian Federation.