

Экологическая оценка рекреационных объектов Ростова-на-Дону

А.С. Безрукова, Б.Л. Козловский, М.В. Куропятников, О.И. Федоринова

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Проведена оценка экологической эффективности рекреационных объектов Ростова-на-Дону. Объектом исследования являлись 15 парков и садов города. В зависимости от структуры территории (доли озелененной территории, густоты посадки деревьев) парки были сгруппированы в три группы. Изучалось влияние парков и садов на параметры микроклимата – температуру воздуха и поверхностей, влажность воздуха. Наибольшим мелиоративным действием на микроклимат обладают парки с густыми насаждениями (густота посадки деревьев выше 400 шт/га). Самое сильное влияние зеленые насаждения оказывают на температуру поверхностей, уменьшая ее на 11,4 – 13,8°C. Наименьшие изменения регистрируются в температуре воздуха, которая снижается в среднем на 1,9 – 2,3°C. Влажность воздуха повышается на 2,7 %. Наличие эффекта древесных насаждений парков на параметры микроклимата доказано статистическими методами.

Ключевые слова: влажность воздуха, городская среда, микроклимат, объекты рекреации, парковое строительство, статистические методы, температура воздуха, температура поверхностей, экологическая безопасность, экологическая эффективность.

В соответствии с индексом патогенности климатической ситуации Ростовскую область относят к территории с раздражающими дискомфортными условиями, малопригодными для проживания населения без специальных систем жизнеобеспечения [1]. Поэтому здесь оценка экологической эффективности и экологической безопасности объектов рекреации населенных пунктов является актуальной задачей. Основными объектами рекреации города Ростов-на-Дону являются парки, сады и скверы. Их основная экологическая функция – это формирование комфортного для населения микроклимата. В настоящее время изучению и моделированию этого процесса в мире уделяется большое внимание. Повышение комфортности мезо- и микроклимата методами зеленого строительства и архитектуры достаточно эффективно [2 – 4], в особенности для территорий с жарким аридным климатом [5 – 7]. Однако, влияние рекреационных объектов и использованных при их создании архитектурных решений на микроклимат

в Ростове-на-Дону изучено недостаточно [8 – 9]. Поэтому целью работы была оценка экологической эффективности парков и садов Ростова-на-Дону.

Материал и методика

Исследования проводились в пятнадцати парках и садах Ростова-на-Дону. При их строительстве использовались различные архитектурные решения. Парки отличаются соотношением открытых и закрытых пространств, долей озелененных территорий, густотой посадки деревьев. На этом основании они были разделены на три группы (таблица 1). Парки первой группы характеризовались как территории с преобладанием одиночных насаждений со значительными просветами между древесными группами (густота посадки в древесных группах и массивах до 200 шт/га), парки второй группы – как территории с изреженными насаждениями (густота посадки в древесных группах и массивах от 200 до 400 шт/га), парки третьей группы – как территории с густыми насаждениями (густота посадки в древесных группах и массивах от 400 шт/га).

Таблица №1

Классификация парков и садов Ростова-на-Дону по структуре

№ п/п	Название	Год основания	Площадь, га	Доля озелененной территории, %	Густота посадки деревьев, шт/га
Парки первой группы					
1	«Левобережный»	2018	7,54	35,0	67
2	«Дружба» (бул. Комарова)	2003	4,00	82,5	150
Парки второй группы					
3	«Собино»	1912	8,29	84,4	255
4	«Дружба»	1983	8,30	89,2	275

5	«Им. 8 марта»	–	2,17	100	284
6	«Им. города Плевен»	1975	17,10	73,7	385
7	«Им. 1 мая»	1855	4,30	77,9	400
Парки третьей группы					
8	«Осенний»	–	2,90	72,4	432
9	«Им. Октябрьской Революции»	до 1950	16,70	89,7	438
10	«Им. В. Черевичкина»	1880	2,80	58,9	439
11	«Им. М. Горького»	1913	9,10	58,7	450
12	«Им. Красниченко»	1910	13,00	78,5	461
13	«Им. Октября»	1971	7,20	88,9	465
14	«Им. Островского»	1894	63,10	69,7	550
15	«Авиаторов»	1945	13,70	91,2	563

В процессе изучения микроклимата парков и садов измерялись следующие количественные характеристики: температура воздуха, температура поверхностей, влажность воздуха. Для измерения температуры и влажности воздуха использовался прибор *UNI-T UT333*, температура поверхности дорожного покрытия определялась прибором *UNI-T UT320D*. При измерении температуры и влажности воздуха приборы располагались на высоте 1,3 м (уровень груди) параллельно поверхности почвы, датчики приборов закрывались от прямых солнечных лучей. Измерение показателей проводилось на пешеходных аллеях и тропках. На каждом объекте были

выбраны семь случайных точек в пределах дорожной и тропиной сетей и семь точек на прилегающих к парку или саду открытом пространстве. Измерения показателей микроклимата производились в период с 20 по 23 августа 2018 года с 11 до 15 часов. Полученные данные были обработаны статистическими методами [10].

Результаты и обсуждение

Результаты статистической обработки данных измерений показателей микроклимата объектов представлены в таблице 2. Значения статистик обобщены по группам парков.

Таблица №2

Значения показателей микроклимата парков (А) и прилегающих к ним участков (Б)

Статистики	Показатели					
	$t_{\text{воздуха}}, ^\circ\text{C}$		$t_{\text{поверхности}}, ^\circ\text{C}$		Влажность $\mu, \%$	
	А	Б	А	Б	А	Б
Парки первой группы						
$\bar{x} \pm m$	30,9±0,7	29,3±0,5	35,9±0,8	28,9±0,5	28,3±1,3	30,1±1,3
σ^2	5,9	3,3	8,1	3,7	22,1	23,4
$cv, \%$	7,9	6,2	7,9	6,6	16,6	16,1
$t_{\text{факт.}}$	2,0		7,7		1,0	
P	< 0,95		0,95		< 0,95	
Парки второй группы						
$\bar{x} \pm m$	32,6±0,4	30,7±0,3	40,4±0,7	29,0±0,3	21,4±0,5	24,1±0,4
σ^2	6,8	3,2	19,1	3,1	9,4	6,1
$cv, \%$	8,0	5,8	10,8	6,0	14,3	10,2
$t_{\text{факт.}}$	3,7		14,4		4,1	
P	0,95		0,95		0,95	

Парки третьей группы						
$\bar{x} \pm m$	31,7±0,5	29,4±0,4	41,5±0,7	27,7±0,4	21,4±0,5	25,3±0,6
σ^2	15,0	10,5	23,8	7,0	14,0	17,7
$cv, \%$	12,2	11,0	11,8	9,5	17,5	16,6
$t_{\text{факт.}}$	3,4		18,7		5,1	
P	0,95		0,95		0,95	

Примечание: $\bar{x} \pm m$ – среднее арифметическое \pm статистическая ошибка, σ^2 – дисперсия, cv – коэффициент вариации, $t_{\text{факт.}}$ – фактический критерий Стьюдента, P – доверительная вероятность

Из полученных результатов следует, что парки первой группы не оказывают достоверного влияния на температуру и влажность воздуха. Вместе с тем, в пределах древесных групп отмечено достоверное ($P=0,95$; $t_{\text{факт.}} = 7,7$; $t_{\text{ст.}} = 2,2$) снижение температуры поверхности дорожных покрытий в среднем на 7,0 °С. По причине низкой доли древесных насаждений в первой группе парков это не может существенно повлиять на комфортность парка в целом.

Микроклимат парков второй группы достоверно (при $P=0,95$) отличается от микроклимата открытых участков по всем измеренным параметрам. Было отмечено снижение температуры воздуха на 1,9 °С, температуры поверхности дорожного покрытия на 11,4 °С и увеличение на 2,7 % влажности воздуха.

В парках третьей группы зафиксировано статистически достоверное ($P=0,95$) снижение температуры воздуха и поверхности дорожного покрытия, а также повышение влажности воздуха. Разница между температурой воздуха внутри парка и на открытом пространстве составила 2,3 °С, температура поверхности в тени деревьев ниже на 13,8 °С, влажность воздуха выше на 3,9 %.

Имеющаяся приборная база не позволила провести измерение показателей во всех парках одновременно. Поэтому в качестве основного метода обработки данных был выбран дисперсионный анализ. В качестве дат были взяты абсолютные (первый способ) и относительные (второй способ) разности между значениями показателей на территории парка и за его пределами (открытые участки).

Дисперсионный анализ дал следующие результаты: при первом способе преобразования данных сила влияния фактора (значимые различия в устройстве парков различных групп) на температуру воздуха, температуру поверхности дорожного покрытия, влажность воздуха составила: $2,4 \pm 1,8$ ($P < 0,95$), $21,2 \pm 1,4$ ($P = 0,999$) и $8,5 \pm 1,7$ ($P = 0,99$) соответственно. При втором способе преобразования данных сила влияния фактора на температуру воздуха, температуру поверхности дорожного покрытия, влажность воздуха составила $3,1 \pm 1,7$ ($P < 0,95$), $23,7 \pm 1,4$ ($P = 0,999$) и $9,3 \pm 1,7$ ($P = 0,99$) соответственно.

Результаты множественных сравнений групповых средних по методу Шеффе для абсолютной и относительной разности между величинами показателей микроклимата внутри парковых массивов и за их пределами представлены соответственно в таблице 3. Разность между группами парков по температуре воздуха не зависимо от способа преобразования исходных данных оказалась не доказанной при $P = 0,95$. Все группы парков достоверно различаются по температуре поверхностей покрытия аллей. Достоверной является разность и между первой и третьей группой парков по влажности воздуха. Таким образом, можно утверждать, что эффективность влияния парков на количественные характеристики микроклимата зависит от их структуры.

В случае если по техническим причинам замеры количественных характеристик микроклимата, в выбранной совокупности объектов, провести

одновременно невозможно, тогда исходные данные следует преобразовать в относительную разность (разность между величиной параметра на территории парка и за его пределами). Такой прием в некоторой мере снижает ошибку, накапливающуюся в случае проведения измерений в разные сроки.

Таблица №3

Доверительные вероятности для разностей между групповыми средними преобразованных показателей микроклимата для трех групп парков

	Абсолютная разность			Относительная разность				
		1	2	3		1	2	3
Температура воздуха, °С	1		–	–	1		–	–
	2	–		–	2	–		–
	3	–	–		3	–	–	
Температура поверхности, °С	1		0,99	0,999	1		0,99	0,999
	2	0,99		0,95	2	0,99		0,99
	3	0,999	0,95		3	0,999	0,99	
Влажность воздуха, %	1		–	0,95	1		–	0,99
	2	–		–	2	–		–
	3	0,95	–		3	0,99	–	

Таким образом, доказано, что парки первой группы (густота посадки в древесных группах и массивах до 200 шт/га) менее экологически эффективны, чем парки третьей группы с густыми насаждениями (густота посадки в древесных группах и массивах свыше 400 шт/га).

Заключение

Экологическая эффективность парков зависит от их структуры (доли озелененной территории, густоты посадки древесных растений). Наибольшим влиянием на микроклимат обладают парки с густыми насаждениями (густота посадки древесных растений от 400 шт/га). Самое

сильное влияние зеленые насаждения оказывают на температуру поверхности, уменьшая ее на 11,4 – 13,8 °С. Наименьшее изменение регистрируется в значениях температуры воздуха, которая снижается в среднем на 1,9 – 2,3°С. Влажность воздуха повышается на 2,7 – 3,9%. Парки и сады первой и второй групп нуждаются в реконструкции. Повышение комфортности микроклимата в этих парках и садах может быть достигнуто за счет увеличения доли озелененной территории, а так же сокращения в пределах этой зоны площадей газонов и цветников и за их счет увеличения площадей древесных групп и массивов. При реконструкции насаждений должны быть использованы деревья лесного типа и первой величины, включенные в основной ассортимент населенного пункта. Преимущество следует отдавать древесным массивам с характером естественных насаждений. Древесные массивы с характером редины в этом случае менее эффективны. Действенным приемом повышения влажности воздуха и снижения температуры поверхностей является дождевание газонов и почвы в древесных группах и массивах.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (6.6222.2017/8.9).

Литература

1. Андреев С.С., Андреева Е.С. Биоклиматическая характеристика Ростовской области по индексу патогенности метеорологической ситуации // Известия высших учебных заведений. Северокавказский регион. Естественные науки. Приложение. 2003. №. 9. С. 67-76.

2. Кривчикова Е.В. Влияние микроклиматических параметров на благоприятность условий проживания в урбанизированной среде крупных городов (на примере города Белгорода) // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2014. № 22. С. 93-97.

3. Перелыгина Е.Н., Разинкова А.К. Система зеленых насаждений как средообразующий фактор микроклимата города // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 4-2 (15-2). С. 214-217.

4. Ильченко И.А. Система зеленых насаждений города как средообразующий фактор городского микроклимата // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2014. № 1 (19). С. 37-42.

5. Rui L., Buccolieri R., Gao Z., Gatto E., Ding W. Study of the effect of green quantity and structure on thermal comfort and air quality in an urban-like residential district by ENVI-met modelling // Building Simulation. 2019, Vol. 12, iss. 2. pp. 183–194.

6. Косицына Э.С., Рубанова Е.Ю. К вопросу о роли и влиянии озеленения на формирование микроклимата городов степной и полупустынной зон // Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. Вып. 27. 2012. С. 170-173.

7. Zhang H., Gao Z., Ding W., Zhang W. Numerical Study of the Impact of Green Space Layout on Microclimate // Procedia Engineering. Vol. 205, 2017, pp. 1762-1768.

8. Беспалов В.И., Котлярова Е.В. Анализ дендрологических особенностей формирования функциональных территориальных зон г. Ростова-на-Дону // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_66_Bespalov.pdf_83a8046754.pdf

9. Козловский Б.Л., Куропятников М.В., Федоринова О.И. Приоритетные задачи зеленого строительства в Ростове-на-Дону // Инженерный вестник Дона. 2013. № 1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1552.

10. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

References

1. Andreev S.S., Andreeva E.S. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Estestvennyye nauki. Prilozhenie. 2003. №. 9. pp. 67-76.
2. Krivchikova E.V. Strategiya ustoichivogo razvitiya regionov Rossii.. 2014. № 22. pp. 93-97.
3. Pereyagina E.N., Razinkova A.K. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. [Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice]. 2015. T. 3. № 4-2 (15-2). pp. 214-217.
4. Il'chenko I.A. Vestnik Taganrogskogo instituta upravleniya i ekonomiki. 2014. № 1 (19). pp. 37-42.
5. Rui L., Buccolieri R., Gao Z., Gatto E., Ding W. Building Simulation. 2019, Vol. 12, iss. 2. pp. 183–194.
6. Kositsyna E.H.S., Rubanova E.YU. Vestnik VolgGASU. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura. Vyp. 27, 2012. pp. 170-173.
7. Zhang H., Gao Z., Ding W., Zhang W. Procedia Engineering. Vol. 205, 2017, pp. 1762-1768.
8. Bespalov V.I., Kotlyarova E.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015. № 4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_66_Bespalov.pdf_83a8046754.pdf
9. Kozlovskij B.L., Kuropyatnikov M.V., Fedorinova O.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, № 1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1552.
10. Zaitsev G.N. Matematicheskaya statistika v eksperimental'noi botanike. [Mathematical statistics in experimental botany]. M.: Nauka, 1984. 424 p.