

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЧНОЙ СЕТИ НА ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

Н.В. Фирсова, О.В. Клепиков

*ГОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-
строительный университет»;*

*ГОУ ВПО «Воронежская государственная технологическая
академия», г. Воронеж*

Ключевые слова и фразы: ветровой режим; города Воронежской области; речная сеть.

Аннотация: На основе анализа роз ветров и ландшафтно-планировочной организации городов выявлен характер влияния рек и речных долин на ветровой режим городов.

Влияние урбосистем на климатические параметры изучается на протяжении длительного времени, известно, что в городах повышена температура, изменен ветровой режим, увеличивается количество осадков, снижается видимость и т.д. [2; 4; 5]. Большое значение для экологического состояния городской среды имеет проветриваемость городских территорий, связанная не только с синоптическими региональными процессами, но и с особенностями локального, городского климата, во многом обусловленного характером рельефа [1; 3; 5]. Города Воронежской области, как и все города Центрального Черноземья, расположены на равнинной территории, все они представлены приречным типом поселений. В данном исследовании была поставлена цель выявить характер влияния речной сети городов на направление ветровых потоков.

Материалы и методы исследований

Исследование проведено на примере 10 городов Воронежской области, численностью населения от 7,6 до 930 тыс. жителей. Использовались методы графоаналитического и математического анализа. Цель исследования – выявить взаимосвязь между ветровым режимом, ориентацией долины внутригородской реки и вектором течения реки. Поставлены три задачи: 1) выявить характер влияния речной долины на ветровой режим; 2) выявить характер влияния направления течения реки на ветровой режим; 3) определить, в какой период (летний или зимний) эта связь более выражена.

Фирсова Н.В. – кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектурного проектирования и градостроительства ВГАСУ, E-mail: firsova@nm.ru; Клепиков О.В. – доктор биологических наук, профессор кафедры промышленной экологии ВГТА, E-mail: klepa1967@rambler.ru, г. Воронеж.

Результаты работы и их обсуждение

В процессе исследования были использованы числовые и графические данные роз ветров 10 городов Воронежской области (табл. 2), в числе которых один крупнейший город (Воронеж), три средних города (Борисоглебск, Россошь и Лиски) и шесть малых городов (Бутурлиновка, Калач, Острогожск, Павловск, Богучар и Новохопёрск). Семь из исследуемых городов являются односторонними городами, три города расположены на обоих берегах главной «городской» реки. Чтобы иметь сопоставимые с розами ветров данные, оси речных долин были условно приведены к 8 румбам; допустимый угол отклонения осей речных долин от румбов был принят в пределах $\pm 22^\circ$ (табл. 1). Среди городов выделены три основных типа по ориентации долины «городской» реки: меридиональные – по ориентации долины реки север-юг (Воронеж, Борисоглебск, Калач), широтные – по ориентации восток-запад (Лиски, Бутурлиновка), диагональные – по ориентации юго-восток – северо-запад (Новохопёрск, Россошь, Павловск) и северо-восток – юго-запад (Острогожск и Богучар). Для выявления взаимосвязи между ветровым режимом и реками были использованы данные роз ветров за летний и зимний периоды; среднегодовые показатели не учитывались, так как они нивелируют максимальные сезонные значения. Были выбраны максимальные значения роз ветров в летний и зимний периоды и сопоставлены с направлениями векторов течения рек. Совпадение румбов оценивалось в 2 балла, отклонение румба на 45° – в 1 балл, отклонение румба на 90° и 180° – в 0 баллов. Анализ данных показал существование чёткой зависимости между вектором направления течения реки и максимальными значениями роз ветров в летний период на территории семи городов из десяти (табл. 3).

Таблица 1

Направление осей внутригородских водных объектов по сторонам света

№	Города	Румбы	Оси
1	Воронеж	С-Ю	1-5
2	Борисоглебск	С-Ю	1-5
3	Лиски	В-З	7-3
4	Калач	С-Ю	1-5
5	Новохопёрск	ЮВ-СЗ	4-8
6	Россошь	ЮВ-СЗ	4-8
7	Павловск	ЮВ-СЗ	4-8
8	Острогожск	СВ-ЮЗ	2-6
9	Богучар	СВ-ЮЗ	2-6
10	Бутурлиновка	В-З	3-7

Совпадение вектора течения реки и максимального значения розы ветров – 2 балла.

Угол между векторами не более 45° – 1 балл.

Угол между векторами от 90° до 180° – 0 баллов.

Таблица 2

**Данные по розам ветров городов Воронежской области
(летний, зимний период и за год)**

	Города																		
	Лето								Зима				Год						
	Бугурлиновка	Болучар	Болучар	Острогожск	Павловск	Россошь	Новохоперск	Калач	Лиски	Борисоглебск	Воронеж	1	2	3	4	5	6	7	8
15	10	10	16	11	16	8	13	14	16	22	19	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
11	15	15	17	15	8	13	15	14	14	4	17	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
14	10	10	7	11	10	8	11	11	9	8	12	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
7	6	6	6	7	10	6	6	6	8	7	7	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
7	6	6	7	7	7	6	6	7	8	6	6	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
14	19	19	15	10	9	11	12	12	10	13	9	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
14	17	17	13	15	18	20	13	13	21	13	17	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
18	17	17	19	24	22	20	22	22	16	17	14	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
11	7	7	9	5	9	7	10	10	12	13	10	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
6	15	15	16	9	6	7	9	9	10	13	11	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
16	13	13	8	14	15	12	16	16	11	7	12	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
18	12	12	13	21	22	14	13	13	15	17	15	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
16	11	11	15	11	10	11	18	18	11	15	12	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
17	21	21	20	16	11	20	14	14	15	18	14	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
9	12	12	8	10	15	16	11	11	18	8	16	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
8	9	9	11	14	12	13	9	9	8	9	10	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
12	8	8	11	8	11	10	11	11	12	14	12	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
8	15	15	15	11	7	11	10	10	13	13	13	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
15	12	12	9	13	13	13	14	14	11	8	11	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
14	12	12	12	16	19	12	12	12	14	14	14	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
12	8	8	12	10	9	10	13	13	9	12	10	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
16	19	19	17	14	11	16	14	14	13	16	13	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
11	14	14	10	12	15	16	12	12	18	11	15	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З
12	12	12	14	16	15	14	14	14	11	12	12	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	3	С-З

Таблица 3

Выбор максимальных значений по векторам (лето, зима)

№	Города	Лето, макс												Вектор течения реки	Баллы	Вектор течения реки	Баллы						
		С			СВ			В			ЮВ							ЮЗ			СЗ		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					13	14	15	16	17	18
1	Воронеж	19	17	12	7	6	9	17	14	1	2	10	11	12	15	12	14	16	10	1	0	1	0
2	Борисоглебск	22	4	8	7	6	13	13	17	1	2	13	13	7	17	15	18	8	9	1	0	1	0
3	Лиски	16	14	9	8	8	10	21	16	7	2	12	10	11	15	11	15	18	8	7	2	7	2
4	Калач	14	15	1	6	7	12	13	22	1	1	10	9	16	13	18	14	11	9	1	0	1	0
5	Новохопёрск	16	13	8	6	6	11	20	20	8	2	7	7	12	14	11	20	16	13	8	0	8	0
6	Россошь	16	8	10	10	7	9	18	22	8	2	9	6	15	22	10	11	15	12	8	0	8	0
7	Павловск	11	15	11	7	7	10	15	24	8	2	5	9	14	21	11	16	10	14	8	0	8	0
8	Острогожск	16	17	7	6	7	15	13	19	2	0	9	16	8	13	15	20	8	11	2	2	2	2
9	Богучар	10	15	10	6	6	19	17	17	6	2	7	15	13	12	11	21	12	9	6	2	6	2
10	Бутурлиновка	15	11	14	7	7	14	14	18	7	0	11	6	16	18	16	17	9	8	7	1	7	1
											15												7

Таблица 4

Оценка максимальных значений модулей по осям (лето, зима)

№	Города	Лето						Зима									
		Значения модулей			Ось долины реки	Рубль	Баллы	Значения модулей			Рубль	Ось долины реки	Баллы				
		С-Ю	СВ-ЮЗ	В-З				ЮВ-СЗ	С-Ю	СВ-ЮЗ				В-З	ЮВ-СЗ		
		1-5	2-6	3-7	4-8					1-5	2-6	3-7	4-8				
1	Воронеж	25	26	29	21	С-Ю	1-5	0	С-Ю	22	25	28	25	С-Ю	1-5	0	
2	Борисоглебск	28	17	21	24	С-Ю	1-5	2	С-Ю	28	31	15	26	С-Ю	1-5	2	
3	Лиски	24	24	30	24	В-З	3-7	2	В-З	23	25	29	23	В-З	7-3	2	
4	Калач	21	27	24	28	С-Ю	1-5	1	С-Ю	28	23	27	22	С-Ю	1-5	2	
5	Новохоперск	22	24	28	26	ЮВ-СЗ	4-8	1	ЮВ-СЗ	18	27	28	27	ЮВ-СЗ	4-8	1	
6	Россошь	23	17	28	32	ЮВ-СЗ	4-8	2	ЮВ-СЗ	19	17	30	34	ЮВ-СЗ	4-8	1	
7	Павловск	18	25	26	31	ЮВ-СЗ	4-8	2	ЮВ-СЗ	16	25	24	35	ЮВ-СЗ	4-8	2	
8	Острогожск	23	32	20	25	СВ-ЮЗ	2-6	2	СВ-ЮЗ	24	36	16	24	СВ-ЮЗ	2-6	2	
9	Богучар	16	34	27	23	СВ-ЮЗ	2-6	2	СВ-ЮЗ	18	36	25	21	СВ-ЮЗ	2-6	2	
10	Бутурлиновка	22	25	28	25	В-З	3-7	2	В-З	27	23	25	26	В-З	3-7	1	
								16								15	

Общее количество баллов по всем десяти городам составило 15 (из 20 возможных), что является показателем, свидетельствующим о высокой доле влияния исследуемого фактора. Исследование данных зимнего периода такую зависимость не выявило, общее количество баллов составило 7 из 20 возможных.

Для анализа зависимости между ветровым режимом и ориентацией речной долины просуммированы абсолютные значения роз ветров по основным четырем осям: С-Ю (1–5), В-З (3–7), СВ-ЮЗ (2–6) и ЮВ-СЗ (4–8), и проведено сопоставление максимальных значений модулей данных с ориентацией долины реки в летний и зимний периоды (табл. 4). Максимальным количеством баллов (2 балла) оценены семь городов в летний период и шесть городов в зимний период. Общее количество баллов в летний период составило 16 из 20 возможных, в зимний период – 15 из 20 возможных, что говорит о зависимости между ветровым режимом и ориентацией долины реки. Полученные данные по векторам и модулям значений в летнее и зимнее время были просуммированы по всем городам. Проведено ранжирование городов по степени взаимосвязи ветрового режима, ориентации речной долины и вектора направления течения реки (табл. 5).

Максимальное количество баллов (8 из 8 возможных) получили города Лиски (р. Дон) и Богучар (р. Богучарка). Высокие баллы (6 из 8 возможных) получили города Борисоглебск (р. Ворона), Павловск (р. Дон) и Острогожск (р. Тихая Сосна). Город Россошь (р. Чёрная Калитва) оценен в 5 баллов. По 4 балла получили города Калач (р. Подгорная), Новохопёрск (р. Хопёр) и Бутурлиновка (р. Осередь), самый низкий суммарный балл получил город Воронеж (2 балла). Суммарное количество баллов по всем городам составило 53 балла из 80 возможных, что говорит о статистически доказанной взаимосвязи между ветровым режимом и характером расположения города относительно речной долины.

Графоаналитическое исследование ландшафтно-планировочной организации городов показало, что наиболее выраженное влияние долины реки на ветровой режим наблюдается в односторонних городах, расположенных на одной стороне реки (рис. 1).

Таблица 5

Ранжирование суммарных данных по максимальным векторам и максимальным модулям значений роз ветров

№	Города	Лето, макс. значения векторов	Зима, макс. значения векторов	Лето, модули значений	Зима, модули значений	Сумма баллов
3	Лиски	2	2	2	2	8
9	Богучар	2	2	2	2	8
2	Борисоглебск	2	0	2	2	6
7	Павловск	2	0	2	2	6
8	Острогожск	0	2	2	2	6
6	Россошь	2	0	2	1	5
4	Калач	1	0	1	2	4
5	Новохопёрск	2	0	1	1	4
10	Бутурлиновка	0	1	2	1	4
1	Воронеж	2	0	0	0	2
	Итого:	15	7	16	15	53 из 80 возможных

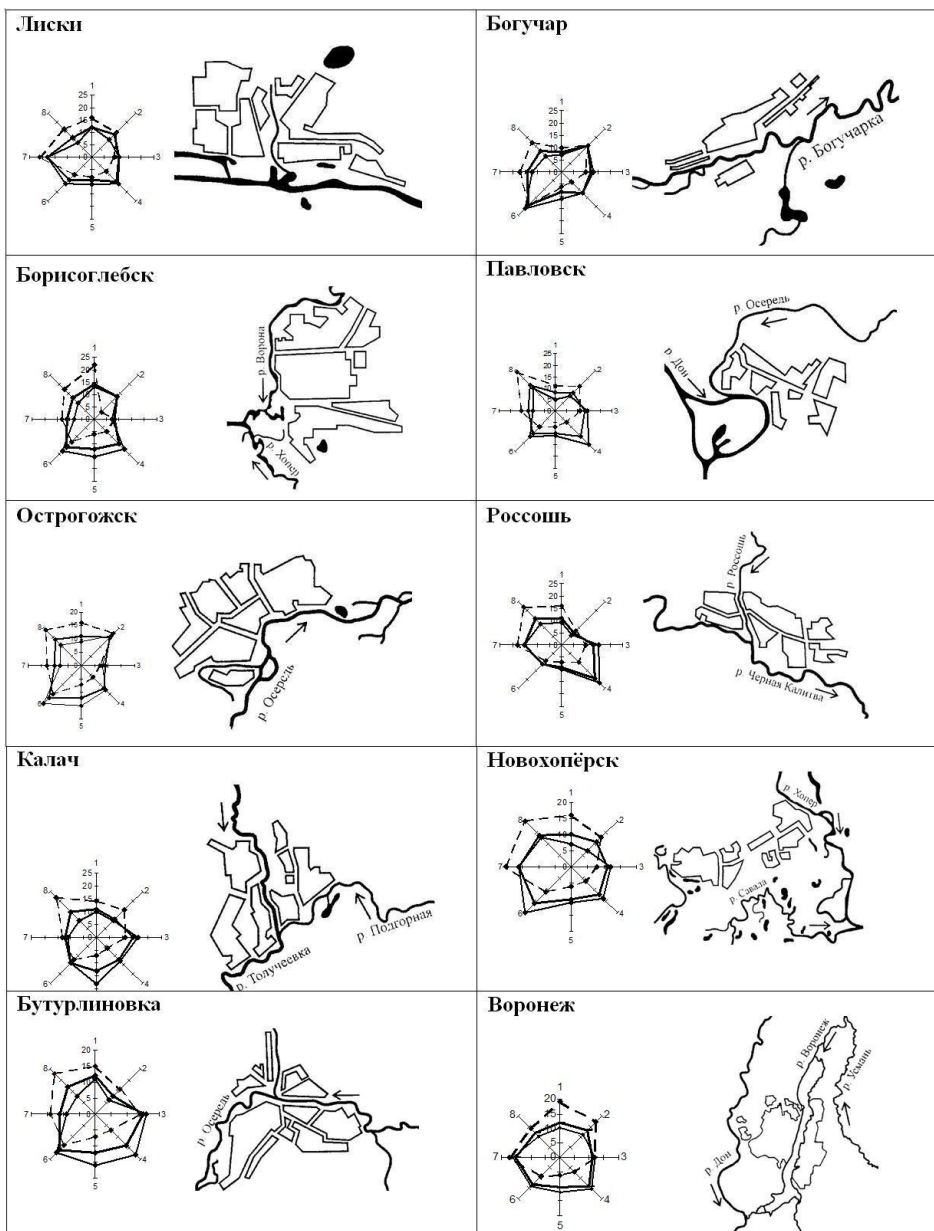


Рис. 1. Розы ветров и схемы ландшафтно-планировочной организации исследуемых городов Воронежской области

Среди городов, в которых не выявлена связь между ветровым режимом и ориентацией долины реки, два города (Калач и Бутурлиновка) являются двусторонними городами, расположенными на обеих сторонах основных рек; долины рек в данных городах имеют криволинейный характер. В городе Новохопёрска ветровой режим находится под влиянием многочисленных озер и притока реки Хопра – Савалы. Отсутствие чёткой взаимосвязи ветрового режима и ориентации долин рек на территории Воронежа требует дополнительных исследований, возможно, необходимо проанализировать данные нескольких метеостанций.

Выводы

Проведённое исследование позволило сделать вывод о существовании взаимосвязи между ветровым режимом, ориентацией долины реки и вектором направления течения реки. Ориентация оси речной долины влияет на максимальные значения розы ветров в летнее и зимнее время. Вектор направления течения реки оказывает влияние на ветровой режим только в летнее время. Данная закономерность характерна для городов, расположенных на линейных участках долин рек; в случае примыкания к участкам рек сложного, криволинейного очертания, либо при наличии нескольких водоёмов, влияние речной сети на направление воздушных потоков не прослеживается.

Список литературы

1. Исаев, А.А. Экологическая климатология / А.А. Исаев. – М. : Научный мир, 2003. – 472 с.
2. Климат Воронежа / Под ред. Ц.А. Швер, С.А. Павлова : справочник специалиста. – Л. : Гидрометеоиздат, 1986. – 104 с.
3. Коваленко, П.П. Городская климатология / П.П. Коваленко, Л.Н. Орлова. – М. : Стройиздат, 1993. – 144 с.
4. Кратцер, П.А. Климат города / П.А. Кратцер. – М. : Изд-во иностран. лит-ры, 1958. – 239 с.
5. Ландсберг, Гельмут. Е. Климат города / Гельмут Е. Кратцер. – Л. : Гидрометеоиздат, 1983. – 248 с.

Research into Influence of River Network on City Wind Mode (illustrated by Voronezh region towns)

N.V. Firsova, O.V. Klepikov

*Voronezh State Architecture Construction University,
Voronezh State Technological Academy, Voronezh*

Key words and phrases: wind mode; Voronezh region towns; river network.

Abstract: On the basis of the analysis of wind streamline and landscape planning town layout the paper reveals the influence of rivers and river valleys on wind mode of towns.

© Н.В. Фирсова, О.В. Клепиков, 2009