

Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов

Urban and rural settlement planning

Научная статья
УДК 711.6+624.042.41
DOI: 10.14529/build240101

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В УСЛОВИЯХ ЖАРКОГО КЛИМАТА

В.Д. Оленьков, olenkovvd@susu.ru, centernasledie@mail.ru
А.О. Колмогорова, kolmogorovaao@susu.ru
Т.А. Кравченко, kravchenkota@susu.ru
И.А. Ятимов, yatimov.ilhom@mail.ru
А.Г. Абраамян, armen.gnelovich@yandex.ru
Я.С. Яшкин, yaroslav_8_8@mail.ru
А.М. Карелин, karelinasdf@mail.ru
Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. Статья посвящена исследованию проблем микроклимата плотной жилой застройки в условиях жаркого климата, а также обеспечению ветрового комфорта людей. Рассматривается аэрация комплекса, застроенного жилыми и общественными зданиями разной этажности. Применяется метод численного моделирования в программном комплексе ANSYS Discovery Live. Проводится анализ комфортности ветрового режима на территории жилого комплекса с выделением аэрационных зон по скорости ветра, даются рекомендации по уменьшению застойных зон. Рассматривается аэрация жилого комплекса, улучшенного установкой ветровых экранов. Полученные результаты и выявленные закономерности помогут лучше оценивать архитектурно-планировочные решения жилой застройки, в том числе внутри существующих микрорайонов, с точки зрения комфортности пребывания людей на этих территориях.

Ключевые слова: жаркий климат, ветровой режим, численное моделирование, вычислительная гидродинамика, аэрация, поле скоростей, ANSYS Discovery Live, жилищная застройка

Для цитирования. Исследование ветрового режима существующей жилой застройки в условиях жаркого климата / В.Д. Оленьков, А.О. Колмогорова, Т.А. Кравченко и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2024. Т. 24, № 1. С. 5–13. DOI: 10.14529/build240101

Original article
DOI: 10.14529/build240101

INVESTIGATION OF THE WIND REGIME OF EXISTING RESIDENTIAL BUILDINGS IN A HOT CLIMATE

V.D. Olenkov, olenkovvd@susu.ru, centernasledie@mail.ru
A.O. Kolmogorova, kolmogorovaao@susu.ru
T.A. Kravchenko, kravchenkota@susu.ru
I.A. Yatimov, yatimov.ilhom@mail.ru
A.G. Abraamyan, armen.gnelovich@yandex.ru
Ya.S. Yashkin, yaroslav_8_8@mail.ru
A.M. Karelin, karelinasdf@mail.ru
South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. The article focuses on the microclimate of dense residential buildings in a hot climate and ensuring the wind comfort of people there. It considers the aeration of a complex built up with high-rise and low-rise residential and public buildings. The numerical simulation method is used in the ANSYS Discovery Live software package.

© Оленьков В.Д., Колмогорова А.О., Кравченко Т.А., Ятимов И.А., Абраамян А.Г., Яшкин Я.С., Карелин А.М., 2024.

The paper presents the analysis of the comfort of the wind regime on the territory of the residential complex with the allocation of aeration zones according to wind speed and gives recommendations to reduce stagnant aeration zones. It also considers the aeration of a residential complex improved by the installation of wind screens. The results obtained and the revealed patterns will help to better assess the architectural and planning solutions of residential buildings, including buildings within existing districts, in terms of the comfort of people staying in these territories.

Keywords: numerical modeling, urban planning, computational fluid dynamics, aeration, velocity field, urban aerodynamics, ANSYS Discovery Live

For citation. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Kravchenko T.A., Yatimov I.A., Abraamyan A.G., Yashkin Ya.S., Karelin A.M. Investigation of the wind regime of existing residential buildings in a hot climate. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2024;24(1):5–13. (in Russ.). DOI: 10.14529/build240101

Введение

Одной из проблем плотной городской застройки является недостаточная или, наоборот, избыточная аэрация местности, особенно в жарких регионах [1–5]. Из-за высоких зданий на маленькой территории возникает задача обновления воздушного бассейна, а также обеспечения ветрового и температурного комфорта людей [6–8]. Умеренные величины скорости ветра обеспечивают проветриваемость дворов, предотвращая скапливание мусора и выхлопных газов. Трансформированные же застройкой ветровые потоки (сильный ветер, порывы) способны нанести вред как людям, так и окружающим нас объектам: потеря равновесия и чрезмерное переохладение человека как результат воздействия шквального ветра, срыв элементов вентилируемых фасадов со стен зданий, помеха для проведения строительных и прочих работ на высоте (например, работа промышленных альпинистов) [9]. Для предотвращения подобных ситуаций сейчас используются определённые рекомендации и теоретический расчёт с применением численного моделирования и компьютерный анализ движения воздушных масс в пределах конфигураций зданий и окружающих их территорий [10–14].

Задачи исследования:

- 1) выявление закономерностей изменения скоростей и направлений ветра в зависимости от геометрической композиции застройки;
- 2) анализ комфортности ветрового режима на территории жилого комплекса;
- 3) анализ полученных результатов, выявление закономерностей, предложения и рекомендации.
- 4) Объектом исследования являлось обтекание ветровым потоком существующего жилого комплекса с учётом окружающей жилой застройки.

1. Описание методики проведения исследования и исходные данные

Объектом анализа ветрового режима был выбран существующий микрорайон жилой застройки, расположенный по ул. Ш. Хусейнзода в г. Душанбе Республики Таджикистан (рис. 1). Вокруг него располагается достаточно плотная застройка, а значит, расчёт ветрового режима объекта анализа следует производить с учётом близлежащих зданий. Объект исследования включает

в себя здания этажностью 2, 3, 4, 7, 10, 14, 16 и 18 этажей. Размеры всей зоны застройки 400 × 420 метров, таким образом, площадь рассматриваемой территории составляет 0,17 квадратных километра. Территории дворов жилого комплекса и прилегающей застройки были пронумерованы для удобства дальнейшего анализа результатов.

Данная застройка была смоделирована в совокупности с несколькими прилегающими к ней зданиями в соответствии с генеральным планом жилого комплекса (рис. 2). Расчетная модель является «упрощенной», так как не учитываются мелкие архитектурные детали фасадов зданий, а также элементы благоустройства и озеленения территорий.

Расчётная часть выполнена с применением программного комплекса ANSYS Discovery Live. Данный подвид программного обеспечения ANSYS является во многом схожим с более комплексными аналогами ANSYS CFX и ANSYS Fluent, используемыми в подобных расчетах [13, 16].

Перед тем как провести расчёт исследуемого объекта, был проведен поверочный расчёт аналогично описанному в статье [16]. Сравнивались результаты полей скоростей ветра, полученные ранее в ходе натурального эксперимента исследователями [17], и результаты численного моделирования той натурной ситуации. Сходимость результатов оказалась достаточно высокой, а значит, принципиальное распределение ветрового потока в исследуемой застройке при применении программного комплекса ANSYS Discovery Live обосновано.

Далее был проведён расчёт описанной ранее застройки. Рассмотрены два направления ветра: северо-восточное и юго-западное. Входящие в застройку скорости U приняты 5 м/с. Для дальнейшего анализа получены изополя скоростей ветра в горизонтальной плоскости на уровне роста человека (2 м). Также программа позволяет получить данные по направлению векторов исследуемого движения ветра.

Для корректного анализа полученных данных были выделены аэрационные зоны по скорости ветра согласно данным И.К. Лифанова [18]: застойные зоны (скорость ветрового потока находится в пределах от 0 до 1 м/с); комфортные зоны (от 1 до 3 м/с); допустимые зоны (от 3 до 5 м/с); дискомфортные зоны (более 5 м/с).

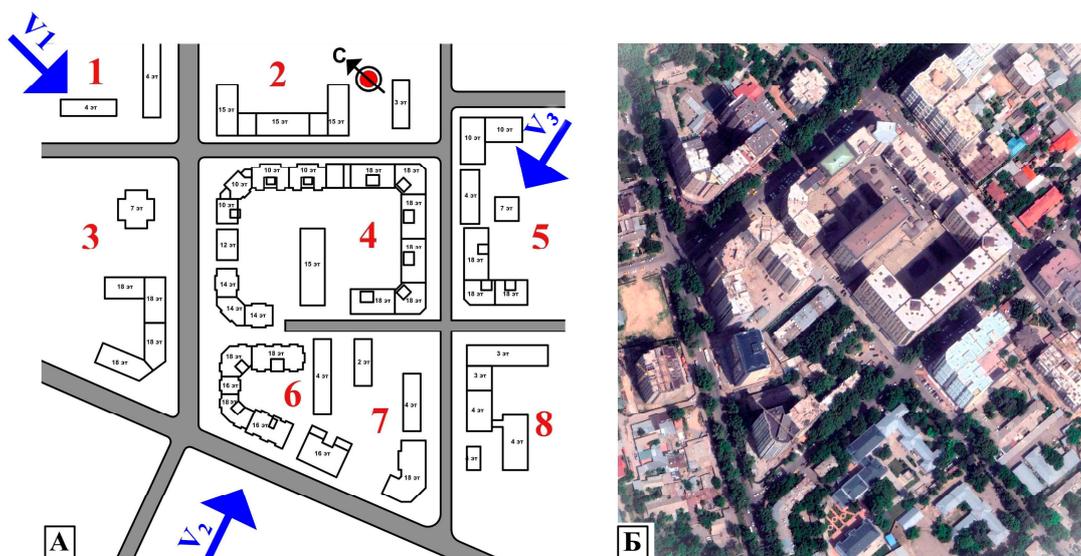


Рис. 1. А. План жилой застройки, где V_1 , V_2 , V_3 – преобладающие направления ветров; Б. Общий вид исследуемой жилой застройки в г. Душанбе. Аэрофотосъемка с программы Google Earth Pro Планета земля [15]

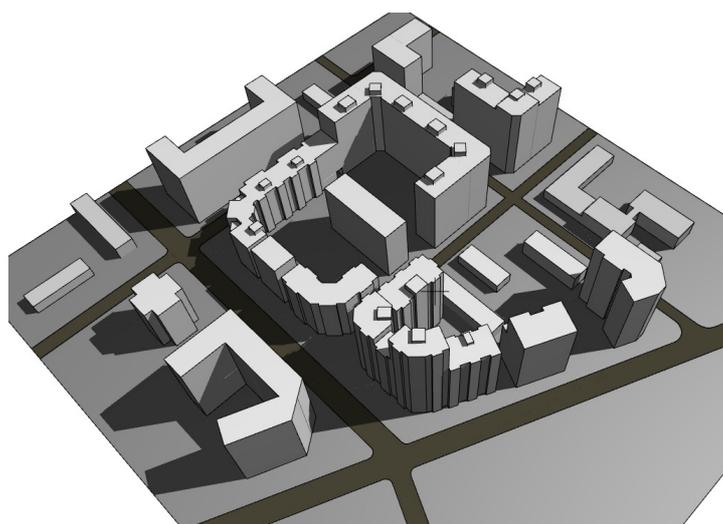


Рис. 2. Исследуемая существующая жилая застройка, 3D-модель

2. Результаты исследования

Проанализировав полученные данные поля скоростей ветра при северо-восточном направлении входящего ветрового потока (рис. 3), можно отметить, что дискомфортных зон практически нет. Если вести речь о дворовых территориях жилых домов, то следует сказать, что в них в основном скорость ветра не превышает 2,22 м/с, такая скорость является комфортной для человека. Допустимые ветровые зоны наблюдаются лишь между дворами 1–5-м (скорость ветра от 3 до 5 м/с). Застойные зоны наблюдаются в восьмом дворе и на 50 % территорий второго и четвертого дворов.

При юго-западном направлении входящего ветрового потока (рис. 4) застойных зон очень мало, около 10 % от общей площади, в основном

возле домов и в некоторых дворах. В основном наблюдаются комфортные зоны по скорости ветра. Допустимые зоны наблюдаются между 3-м и 6-м дворами, в 7-м дворе и между 7-м и 8-м дворами.

Поскольку при малых скоростях ветра может происходить накопление пыли и мусора, повышаться температура воздуха при жарком климате, то застойные зоны по скорости ветра будут также неблагоприятными для нахождения там человека. В связи с этим и с учетом полученных данных было принято решение о более детальном исследовании территории двора № 4, для чего были дополнительно рассчитаны ситуации при ветре по всем 8 румбам. Двор № 4 закрыт со всех сторон, из-за этого есть вероятность застоя воздуха, накопление пыли и мусора, повышения температуры окружающего воздуха.



Рис. 3. Поле скоростей ветра при северо-восточном направлении ветра

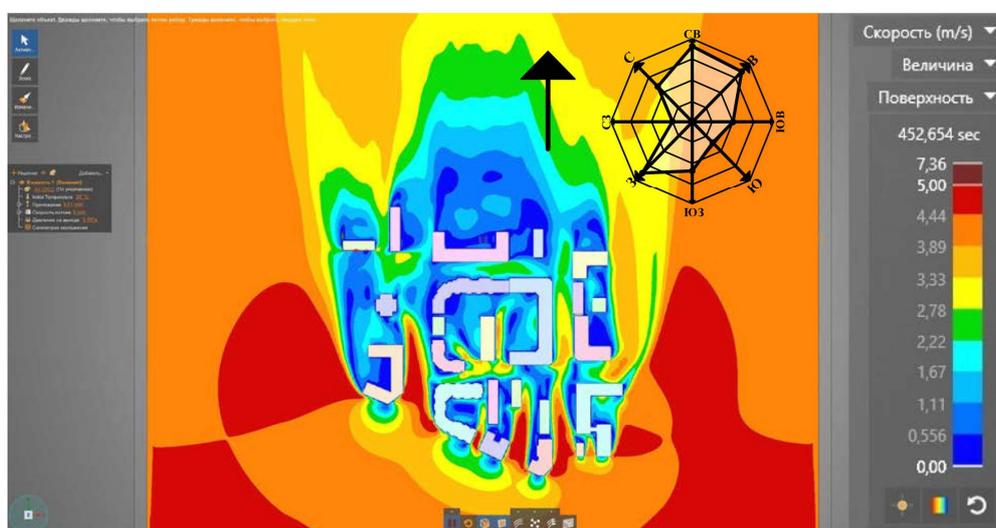


Рис. 4. Поле скоростей ветра при юго-западном направлении ветра

3. Исследование ветрового потока на дворовой территории

Проанализировав полученные модели распределения ветрового потока (рис. 5), можно сказать, что застойные зоны во дворе № 4 занимают 40 % территории при северо-восточном направлении ветра; 60 % территории – при юго-восточном направлении ветра; 10 % территории – при юго-западном направлении ветра; 20 % территории – при северо-западном направлении ветра; 82 % территории – при восточном направлении ветра; 18 % территории – при южном направлении ветра; 25 % территории – при западном направлении ветра и 10 % территории – при северном направлении ветра.

Одним из вариантов улучшения ситуации является установка ветровых экранов для перенаправления ветрового потока внутрь дворовой территории [19]. Следующим этапом исследования было моделирование установки ветровых экранов напротив проездов в территорию двора номер 4,

что позволит перенаправить движение воздушных масс с целью уменьшения застойных зон преимущественно при юго-восточном направлении ветра, когда наблюдался наибольший процент таких территорий. На рис. 6 представлены изополя скоростей ветра для С-В, Ю-В, Ю и В направлений.

Проанализировав изополя скоростей ветра, полученные после расчетов модели застройки с ветровыми экранами (рис. 6), можно сказать, что застойные зоны во дворе № 4 наблюдаются на 35 % территории при северо-восточном направлении ветра; на 7 % территории – при юго-восточном направлении ветра; на 7 % территории – при юго-западном направлении ветра; на 10 % территории – при северо-западном направлении ветра; на 6 % территории – при восточном направлении ветра; на 12 % территории – при южном направлении ветра; на 10 % территории – при западном направлении ветра и на 10 % территории – при северном направлении ветра (см. таблицу).

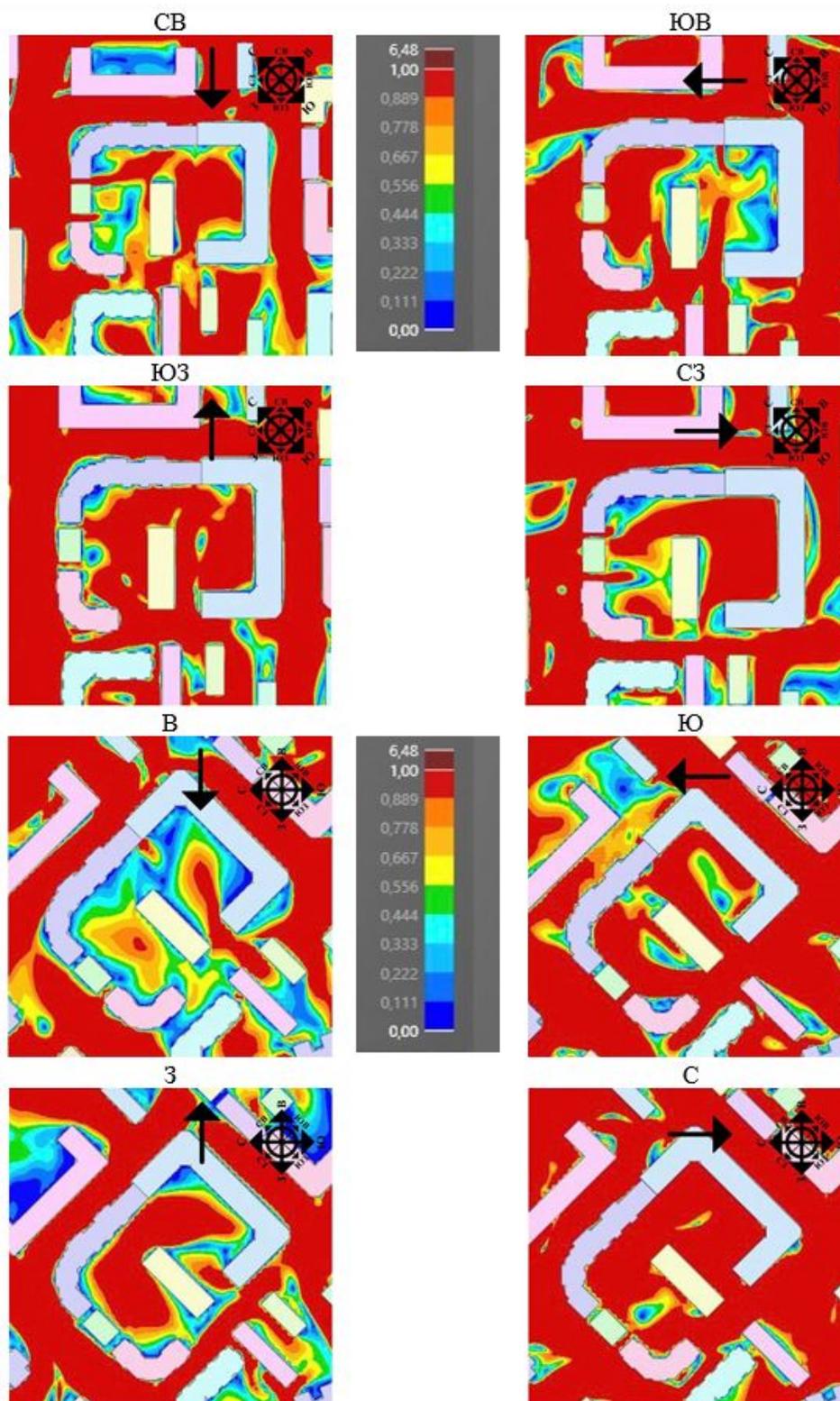


Рис. 5. Изополя скоростей ветра на территории двора № 4

Наблюдается заметное снижение процента застойных зон при юго-восточном и восточном направлениях ветра, что подтверждает эффективность использования ветровых экранов, при этом для остальных направлений ветра также заметно улучшение проветриваемости территорий.

4. Рекомендации по аэрации территории двора

Полностью исключить появление застойных зон при такой застройке невозможно, так как композиция зданий сформирована в виде так называемого «колодца», и в «колодце» всегда будут образывы-

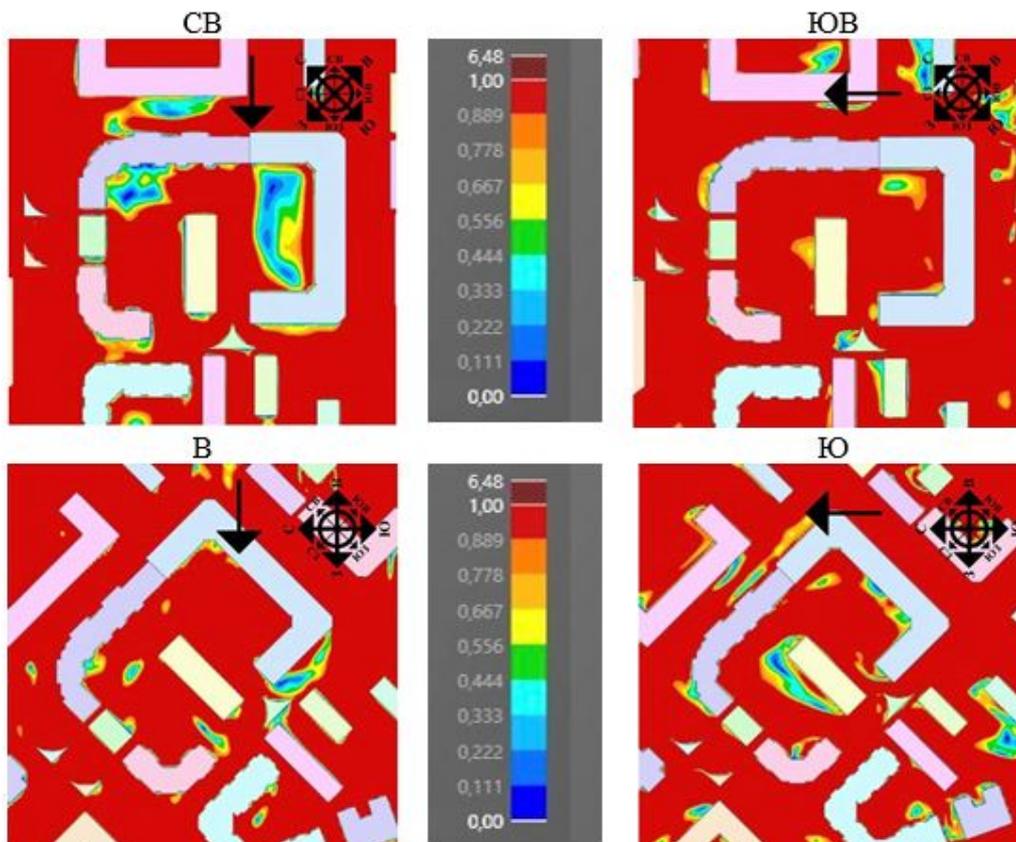


Рис. 6. Изополя скоростей ветра на территории двора № 4 после установки ветровых экранов
Процент застойных зон на территории двора № 4

Процент застойных зон на территории двора № 4

Направление ветра	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ	В	Ю	З	С
Застойные зоны по проекту, %	40	60	10	20	82	18	25	10
Застойные зоны с ветровыми экранами, %	35	7	7	10	6	12	10	10

ваться застойные зоны. В данном случае могут быть уместны следующие рекомендации [19, 20]:

1. Избегать излишнего озеленения (деревья), которое будет лишь ослаблять и без того слабые потоки воздуха.

2. Избегать различных построек, например, электрощитовых, которые будут тормозить и перенаправлять потоки воздуха. При этом можно устанавливать ветровые экраны в заранее рассчитанных местах для перенаправления входящих ветровых потоков внутрь территории двора.

3. Ограничить доступ автомобилей во двор во избежание накопления выхлопных газов и прочих вредных веществ и мусора, связанных с автомобилями.

4. Запроектировать открытые площадки для отдыха взрослых и детей, пешеходные зоны и спортивные площадки (баскетбольная, волейбольная).

Все эти рекомендации позволят потокам воздуха, обеспечивающим естественную вентиляцию воздушных масс, циркулировать и беспрепятственно двигаться по территории двора.

Стоит также учесть, что данная жилая застройка находится в зоне с жарким климатом. При изучении схемы аэрации стоит учитывать то, что воздушные массы во дворах будут нагреваться на небольших высотах, близко к земле, асфальту и прочим покрытиям [21, 22]. Это будет приводить к перепадам давления, а перепады давления влечут за собой обновление воздушного бассейна в пространстве двора номер 4.

Существует несколько способов улучшения качества воздуха во дворе [23, 24]:

- Озеленение. Создание зеленых насаждений, таких как кустарники и цветы, может помочь улучшить качество воздуха во дворе. Растения фотосинтезируют углекислый газ и при этом выделяют кислород, что положительно влияет на качество воздуха. Также растения задерживают мелкие пылинки и уменьшают общее количество вредных веществ в воздухе.

- Предотвращение загрязнения. Предотвращение загрязнения во дворе может помочь улуч-

шить качество воздуха. Например, использование некоторых альтернативных технологий и электромобилей позволит сократить выбросы вредных веществ в воздух. Отказ от использования пестицидов, токсичных красок и других химических веществ также может уменьшить загрязнение.

• Регулярная очистка. Регулярная уборка двора и уборка мусора позволят уменьшить количество мусора, который может быть источником вредных веществ.

Выводы

Проведённые исследования показали, что:

1) рассмотренная в исследовании существующая композиция зданий способствует появлению застойных зон воздуха на территории двора

номер 4. Были предложены рекомендации по решению проблем, связанных с этим;

2) полученная методика расчёта аэродинамических характеристик жилой застройки с помощью компьютерного моделирования в пакете ANSYS Discovery Live может использоваться в целях исследования ветрового режима застройки для определения комфортности пребывания человека в жилой среде;

3) использование ветровых экранов может улучшить проветриваемость территории, если места их расположения будут обоснованы соответствующими ветровыми расчётами с помощью численного моделирования воздушных потоков в застройке.

Список литературы

1. Серебровский Ф.Л. Аэрация населенных мест. М.: Стройиздат, 1985. 172 с.
2. Римша А.Н. Градостроительство в условиях жаркого климата: учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1979. 312 с.
3. Гиясов А., Гиясов Б.И., Баротов Ю.Г. Биоклиматическая оценка территории городов аридной зоны и его влияние на состояние человека // Наука и инновация. 2017. № 1. С. 223–230.
4. Гиясов А. Регулирование микроклимата застройки городов в условиях жаркого штилевого климата: автореф. дис. ... докт. техн. наук. Москва: МГСУ, 2004. 41 с.
5. Шукуров И.С. Формирование тепло-ветрового режима жилой застройки городов жаркого климата: дис. ... д-ра техн. наук. М.: МГСУ, 2007.
6. Сумеркин Ю.А., Теличенко В.И. Оценка экологической безопасности придомовых территорий жилых районов. // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 6. С. 99–103.
7. Руководство по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки/ ЦНИИП градостроительства. М.: Стройиздат, 1986. 59 с.
8. Обеспечение экологической безопасности городов с учетом аэрационного режима воздуха / И.С. Шукуров, В.Д. Оленьков, В. Пайкан, Р.М. Аманов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 5. С. 41–44. DOI: 10.12737/article_590878faafb818.60730967
9. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения / пер. с англ. Б.Е. Маслова, А.В. Швецов; под ред. канд. техн. наук Б.Е. Маслова. М.: Стройиздат, 1984. 360 с.
10. Оленьков В.Д., Колмогорова А.О., Сапогова А.Е. Компьютерное моделирование аэрационного режима жилой застройки с целью проветривания и ветрозащиты // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2021. Т. 21, № 1. С. 5–12. DOI 10.14529/build210101
11. Оленьков В.Д. Учет ветрового режима городской застройки при градостроительном планировании с использованием технологий компьютерного моделирования // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2017. Т. 17, № 4. С. 21–27. DOI: 10.14529/build170403.
12. Особенности учёта ветрового режима при проектировании жилой застройки в целях проветривания и ветрозащиты / В.Д. Оленьков, А.О. Колмогорова, И.И. Бараков и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2022. Т. 22, № 3. С. 14–23. DOI: 10.14529/build220302
13. Поддаева О.И., Кубенин А.С., Чурин П.С. Архитектурно-строительная аэродинамика: учебное пособие. 2-е изд. М.: МГСУ, 2017. 88 с.
14. Коробейникова А.Е. Особенности формирования и оценки аэрационного режима жилой застройки на склоновых территориях в условиях арктической зоны РФ: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: Изд-во МГУ, 2002. 23 с.
15. Сервис Google Earth. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.com/intl/ru/earth/about/> (дата обращения 30.10.2023).
16. Оленьков В.Д., Колмогорова А.О., Замула М.Д. Учёт ветрового режима при проектировании жилой застройки // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2023. Т. 23, № 3. С. 5–13. DOI: 10.14529/build230301
17. Семашко К.И. Некоторые закономерности распределения ветрового потока в жилой застройке // Оздоровление окружающей среды городов: сборник научных трудов. М.: ЦНИИП градостроительства, 1973. С. 99–108.

18. Лифанов И.К., Гутников В.А., Скотченко А.С. Моделирование аэрации в городе: учебник. М.: Диалог-МГУ, 1998. 134 с.
19. Рекомендации по учету природно-климатических факторов в планировке, застройке и благоустройстве городов и групповых систем населенных мест. М.: ЦНИИП градостроительства, 1980. 139 с.
20. Лазарева И.В. Рекомендации по использованию нарушенных территорий для градостроительства. М.: ЦНИИП градостроительства, 1983. 104 с.
21. Гиясов Б.И. Роль солнечной радиации в формировании тепло-ветрового режима междомового пространства // Вестник МГСУ. 2012. №3. С.12-15.
22. Баротов Ю.Г. Роль городской застройки в формировании биоклиматического режима территорий в условиях Республики Таджикистан: дис. ... канд. техн. наук. Душанбе, 2021. С. 15–30.
23. Горохов, В.А. Городское зеленое строительство: учеб. пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1991. 416 с.
24. Рекомендации по оценке аэрации территории в жилой застройке г. Москвы / отв. ред. И.К. Лифанов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: МАКС Пресс, 2006. 160 с.

References

1. Serebrovskiy F.L. *Aeratsiya naseleennykh mest* [Aeration of Residential Area]. Moscow, Stroyizdat Publ.; 1985. 172 p. (in Russ.)
2. Rimsha A.N. *Gradostroitel'stvo v usloviyakh zharkogo klimata: uchebnik dlya vuzov* [Urban planning in a hot climate: textbook for universities]. Moscow: Stroyizdat Publ.; 1979. 312 p. (in Russ.)
3. Giyasov A., Giyasov B.I., Barotov Yu.G. [Bioclimatic assessment of the territory of cities in the arid zone and its impact on the human condition]. *Nauka i innovatsiya* [Science and Innovation]. 2017;1:223–230. (in Russ.)
4. Giyasov A. *Regulirovanie mikroklimate zastroyki gorodov v usloviyakh zharkogo shtilevogo klimata: avtoref. dics. ... dokt. tekhn. nauk.* [Regulation of the microclimate of urban development in a hot calm climate. Abstract of doct. sci. diss.]. Moscow: MGSU, 2004. 41 p. (in Russ.)
5. Shukurov I.S. *Formirovanie teplo-ventrovogo rezhima zhiloy zastroyki gorodov zharkogo klimata: diss. ... dokt. tekhn. nauk.* [Formation of the Heat-Wind Regime of Residential Development in Hot Climate Cities. Doct. sci. diss.]. Moscow: MGSU, 2007. (in Russ.)
6. Sumerkin Yu. A., Telichenko V. I. Assessment of ecological safety of territories adjoining residential areas. *Industrial and Civil Engineering*. 2017;6:99–103. (in Russ.)
7. *Rukovodstvo po otsenke i regulirovaniyu vetrovogo rezhima zhiloy zastroyki* [Guidelines for Assessing and Regulating the Wind Regime of Residential Buildings]. *TsNIIP gradostroitel'stva* [Central Research and Design Institute for Urban Development]. Moscow: Stroyizdat Publ.; 1986. 59 p. (in Russ.)
8. Shukurov I.S., Olenkov V.D., Paikan W., Amanov R.M. Ensuring the environmental safety of cities, taking by account the aeration mode of air. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2017;5:41–44. (in Russ.) DOI: 10.12737/article_590878faafb818.60730967
9. Simiu E., Scanlan R. *Wind Effects on Structures: An Introduction to Wind Engineering*. Hoboken: John Wiley & Sons; 1986.
10. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Sapogova A.E. Computer simulation of the aeration mode of residential development for ventilation and wind protection. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2021;21(1):5-12 (in Russ.) DOI: 10.14529/build210101
11. Olenkov V.D. Accounting for wind regime of an urban development in town planning with the use of computer simulation technologies. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2017;17(4):21-27 (in Russ.) DOI: 10.14529/build170403
12. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Barakov I.I., Belov M.A., Khakimov V.Y. Specifics of the wind regime in the design of residential development for ventilation and wind protection. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2022;22(3):14–23 (in Russ.) DOI: 10.14529/build220302
13. Poddaeva O.I., Kubenin A.S., Churin P.S. *Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika: Uchebnoe posobie* [Architectural and construction aerodynamics: A textbook]. 2nd ed. Moscow: MGSU; 2017. 88 p. (in Russ.)
14. Korobeynikova A.E. *Osobennosti formirovaniya i otsenki aeratsionnogo rezhima zhiloy zastroyki na sklonovykh territoriyakh v usloviyakh arkticheskoy zony RF: Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk.* [Features of the formation and evaluation of the aeration regime of residential buildings on sloping territories in the conditions of the Arctic zone of the Russian Federation. Abstract of cand. sci. diss.] Moscow: Publishing House of Moscow State University; 2002. 23 p. (in Russ.)
15. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com/intl/ru/earth/about/> (accessed 30.10.2023).
16. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Zamula M.D. Consideration of wind conditions in the design of residential buildings. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2023;23(3):5–13. (in Russ.) DOI: 10.14529/build230301

17. Semashko K.I. [Some patterns of wind flow distribution in residential buildings]. In: *Ozdorovlenie okruzhayushchey sredy gorodov: sbornik nauchnykh trudov* [Improving the environment of cities: collection of scientific papers]. Moscow: TSNIIP of Urban Planning, 1973. pp. 99-108 (in Russ.)
18. Lifanov I.K., Gutnikov V.A., Skotchenko A.S. *Modelirovanie aeratsii v gorode: uchebnik* [Modeling aeration in the city: textbook]. Moscow: Dialog-MSU; 1998. 134 p. (in Russ.)
19. *Rekomendatsii po uchetu prirodno-klimaticheskikh faktorov v planirovke, zastroyke i blagoustroystve gorodov i gruppovykh sistem naselennykh mest* [Recommendations on taking into account natural and climatic factors in the planning, construction and improvement of cities and group systems of populated places]. Moscow: TsNIIP of Urban Planning; 1980. 139 p. (in Russ.)
20. Lazareva I.V. *Rekomendatsii po ispol'zovaniyu narushennykh territoriy dlya gradostroitel'stva* [Recommendations on the use of disturbed territories for urban planning]. Moscow: TSNIIP of Urban Planning; 1983. 104 p. (in Russ.)
21. Giyasov B.I. Role of solar radiation in formation of thermal and wind conditions of the inter-building space. *Vestnik MGSU*. 2012;3:12-15.
22. Barotov Yu.G. *Rol' gorodskoy zastroyki v formirovanii bioklimaticheskogo rezhima territoriy v usloviyakh Respubliki Tadzhikistan: diss. ... kand. tekhn. nauk*. [The role of urban development in the formation of the bioclimatic regime of territories in the conditions of the Republic of Tajikistan. Cand. sci. diss.]. Dushanbe; 2021. P. 15-30. (in Russ.)
23. Gorokhov V.A. *Gorodskoe zelenoe stroitel'stvo: ucheb. posobie dlya vuzov* [Urban green construction: textbook. manual for universities]. Moscow: Stroyizdat Publ.; 1991. 416 p. (in Russ.)
24. Lifanov I.K. (Ed.) *Rekomendatsii po otsenke aeratsii territorii v zhiloy zastroyke g.Moskvy* [Recommendations on the assessment of aeration of the territory in residential buildings in Moscow]. 2nd ed. Moscow: MAKS Press; 2006. 160 p. (in Russ.)

Информация об авторах:

Оленьков Валентин Данилович, доктор технических наук, профессор кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; olenkovvd@susu.ru, centernasledie@mail.ru.

Колмогорова Алена Олеговна, старший преподаватель кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; kolmogorovaao@susu.ru.

Кравченко Татьяна Александровна, доцент кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; kravchenkota@susu.ru.

Ятимов Илхом Абдурозикович, аспирант кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; yatimov.ilhom@mail.ru.

Абрамян Армен Гнелович, студент кафедры «Строительные конструкции и сооружения», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; armen.gnelovich@yandex.ru.

Яшкин Ярослав Сергеевич, студент кафедры «Строительные конструкции и сооружения», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; yaroslav_8_8@mail.ru.

Карелин Александр Михайлович, студент кафедры «Промышленная теплоэнергетика», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; karelinasdf@mail.ru.

Information about the authors:

Valentin D. Olenkov, Doctor of Science in Engineering, Professor, Department of Town Planning, Engineering Networks and Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, olenkovvd@susu.ru, centernasledie@mail.ru

Alena O. Kolmogorova, Senior Lecturer, Department of Town Planning, Engineering Networks and Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, kolmogorovaao@susu.ru.

Tatyana A. Kravchenko, Associate Professor, Department of Town Planning, Engineering Networks and Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, kravchenkota@susu.ru.

Ilhom A. Yatimov, Post-graduate student, Department of Town Planning, Engineering Networks and Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, yatimov.ilhom@mail.ru

Armen G. Abraamyan, Student, Department of Building Structures and Facilities, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, armen.gnelovich@yandex.ru.

Yaroslav S. Yashkin, Student, Department of Building Structures and Facilities, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, yaroslav_8_8@mail.ru.

Aleksandr M. Karelin, Student, Department of Industrial Thermal Power Engineering, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, karelinasdf@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 06.12.2023; принята к публикации 12.12.2023.

The article was submitted 06.12.2023; approved after reviewing 12.12.2023.