

Научная статья
УДК 711.6+624.042.41
DOI: 10.14529/build250403

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА ЖИЛЫХ КВАРТАЛОВ В ЦЕЛЯХ ПРОВЕТРИВАНИЯ

В.Д. Оленьков, А.О. Колмогорова[✉], А.А. Малышев, Д.В. Кожевников
Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия
[✉] kolmogorovaao@susu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы и особенности исследования ветрового режима территории жилых кварталов. Представлены результаты моделирования жилого квартала и распределения ветровых потоков на его территории с использованием программного комплекса Ansys Discovery Live. Проведен анализ ветрового режима жилого квартала с точки зрения проветриваемости, а следовательно, комфорtnости нахождения человека в ней, определены комфортные и дискомфортные аэрационные зоны. Исследование производилось для строящегося жилого комплекса в городе Челябинске, состоящего из четырех групп домов различной этажности с индивидуальными дворовыми территориями, при северо-западном направлении входящего ветрового потока. Данна оценка комфорtnости исследуемой территории. Использование многофункциональных программных комплексов для компьютерного моделирования ветрового режима проектируемой и строящейся жилой застройки является актуальным в настоящее время, так как информация о характере ветрового режима помогает повысить комфорtnость и безопасность городов для населения.

Ключевые слова: ветровой режим, градостроительство, жилая застройка, городская застройка, численное моделирование, Ansys Discovery Live

Для цитирования. Исследование ветрового режима жилых кварталов в целях проветривания / В.Д. Оленьков, А.О. Колмогорова, А.А. Малышев, Д.В. Кожевников // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2025. Т. 25, № 4. С. 25–32. DOI: 10.14529/build250403

Original article
DOI: 10.14529/build250403

THE IMPACT OF URBAN DEVELOPMENT ON THE VENTILATION OF RESIDENTIAL AREAS

V.D. Olenkov, A.O. Kolmogorova[✉], A.A. Malyshev, D.V. Kozhevnikov
South Ural State University, Chelyabinsk, Russia
[✉] kolmogorovaao@susu.ru

Abstract. The article considers the issues of studying the wind regime of the territory of residential areas. The results of modeling a residential area and the distribution of wind flows on its territory using the Ansys Discovery Live software package are presented. The analysis of the wind regime of the residential area is carried out from the point of view of ventilation, and therefore, the comfort of a person's presence in it, comfortable and uncomfortable aeration zones are determined. The study was carried out for a residential complex under construction in the city of Chelyabinsk, consisting of four groups of houses of different heights with individual courtyards, with a north-west direction of the incoming wind flow. An assessment of the comfort of the studied territory is given. The use of multifunctional software packages for computer modeling of the wind regime of designed and built residential buildings is relevant at present, since information on the nature of the wind regime helps to improve the comfort and safety of cities for the population.

Keywords: wind regime, urban planning, residential development, urban development, numerical modelling, Ansys Discovery Live

For citation. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Malyshev A.A., Kozhevnikov D.V. The impact of urban development on the ventilation of residential areas. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2025;25(4):25–32. (in Russ.). DOI: 10.14529/build250403

Введение

В современном мире полным ходом продолжается урбанизация. Урбанизация – это процесс развития и роста городов, сопровождающийся увеличением доли городского населения в общей численности населения страны или региона. Это не просто увеличение числа людей, проживающих в городах, а сложный социально-экономический процесс, включающий в себя: рост численности городского населения, расширение городских территорий, изменение структуры населения, развитие городской инфраструктуры (строительство жилья, дорог, транспортных систем, коммунальных служб, объектов социальной сферы) [1–3].

Стремительный рост городов влечет за собой масштабные изменения в городской среде, оказывающие значительное влияние на качество жизни и комфорт её обитателей. О влиянии уплотнения городской застройки на комфортность среды писали такие зарубежные авторы, как A. Kubilay, A. Rubin, D. Derome, J. Carmeliet [4], а также O. Hågbo и K. E. T. Giljarhus [5].

Комфорт и здоровье жителей жилых районов напрямую зависят от качества окружающей среды, важнейшим компонентом которой является воздухообмен. Эффективное проветривание застройки, обеспечивающее удаление загрязняющих веществ от автомобилей и промышленности, а также поддержание оптимального микроклимата, невозможно без учёта особенностей ветрового режима [6–12]. Особенности учёта аэрационного режима на стадии проектирования рассматривал в своих трудах Ф.Л. Серебровский [13].

Учёт аэрационного режима при проектировании городской застройки является одной из наиболее важных задач градостроительства, так же как соблюдение норм инсоляции. Однако в настоящее время исследованию ветрового режима жилых территорий уделяется недостаточно внимания [14, 15].

Сегодня в архитектурно-строительной аэродинамике активно применяется теоретический метод учёта аэрационного режима городской застройки. Данный метод носит название метода численного моделирования [16–20].

В наше время, используя современные программные комплексы, можно получать максимально точные результаты исследований в кратчайшие сроки. В данной статье для исследования ветрового режима применялся программный комплекс Ansys Discovery Life, предоставляющий широкий спектр инструментов для расчёта и анализа различных процессов, в том числе газодинамики.

Использование современных программных комплексов позволяет проверять различные теории и решать сложные задачи на стадии проектирования застройки. Результаты, полученные в ходе исследования, дают возможность предугадать и проанализировать характер движения воздушных потоков в проектируемой городской застройке и исправить имеющиеся «проблемные» зоны на стадии проектирования, тем самым обеспечить должную ветровую комфортность территории.

Целью настоящей работы является исследование ветрового режима строящегося жилого комплекса с точки зрения проветривания.

Объектом исследования был выбран строящийся жилой комплекс с учётом окружающей застройки. Предметом исследования являлся ветровой режим территории жилого комплекса. Трёхмерная визуализация строящегося жилого комплекса представлена на рис. 1.

1. Описание используемого программного комплекса

Расчётная часть настоящего исследования была выполнена с применением многофункционального программного комплекса ANSYS Discovery Live. Одним из достоинств данного ком-



Рис. 1. Исследуемый жилой комплекс

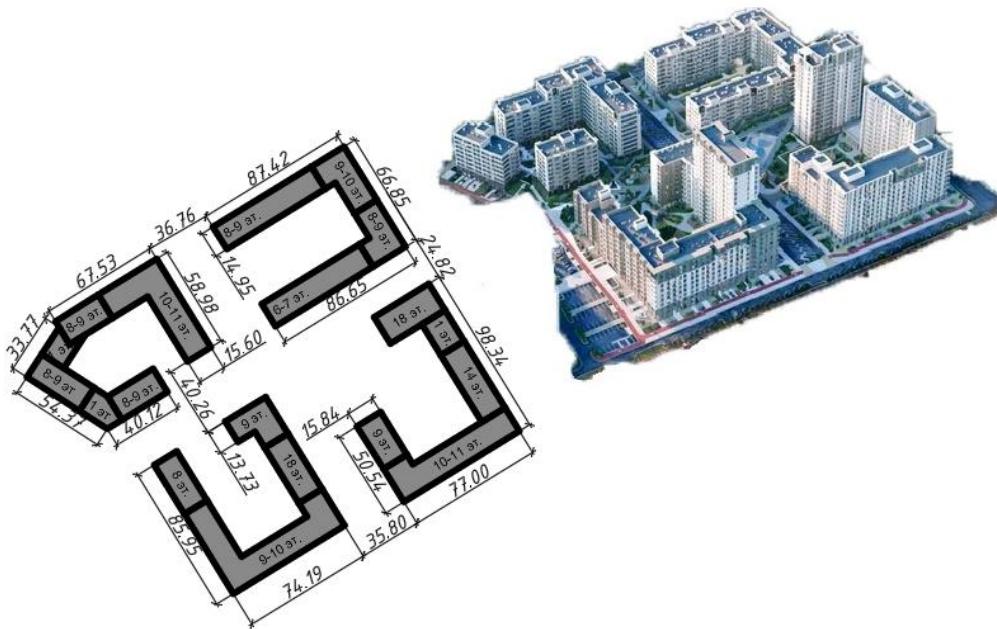


Рис. 2. План и фотoreалистичная концепция жилого комплекса

плекса является высокая скорость проведения расчётов и простота в освоении. Применение Discovery Live позволяет сократить затраты времени на проведение численных экспериментов в несколько десятков раз, по сравнению с ANSYS CFX.

ANSYS Discovery Live – программа концептуальных расчётов с возможностью быстрого выполнения аэродинамических исследований, от которой не требуется высокая точность. При этом в программе есть возможность выбора скорости расчёта, что напрямую влияет на точность конечного результата.

1.1. Исходные данные и методика проведения

Объектом исследования был выбран жилой комплекс, находящийся на стадии строительства. Проектом предусмотрена достаточно плотная застройка, требующая изучения аэрационного режима с точки зрения проветривания для определения условий комфортности нахождения людей на дворовой территории.

Комплекс включает в себя четыре группы зданий от 1 до 18 этажей. Дворовые территории не включают в себя автомобильные парковки. Места для парковки предусмотрены по периметру жилого комплекса, а также в промежутках между группами зданий. План проектируемого жилого комплекса с нанесёнными габаритными размерами представлен на рис. 2.

С целью более точного учета ветрового потока, входящего в жилой комплекс, для создания расчетной модели были построены план, а также объемная модель жилого комплекса с учётом окружающей застройки, приведённые на рис. 3 и 4 соответственно. Общие размеры области исследования в плане составили 719 метров в длину и 620 метров в ширину. Площадь исследуемой области

застройки составила $0,45 \text{ км}^2$, или 44,6 га, радиус застройки составил 440 метров.

2. Результаты исследования

Был рассмотрен ветровой режим исследуемого жилого комплекса при северо-западном направлении. Скорость входящих в застройку ветров U_0 была условно принята равной 5 м/с. В соответствии с этим было получено изометрическое поле скоростей ветра, представленное на рис. 5.

Данное направление ветра является одним из наиболее вероятных в теплый период года для города Челябинска по сравнению с остальными, поэтому его анализ имеет серьёзное значение для всего исследования.

Для достоверного анализа полученных данных поле скоростей ветра было разделено на аэрационные зоны согласно данным И.К. Лифанова [9].

Промежутки между группами жилых домов, где расположены автомобильные парковки, представлены в основном зонами комфортных и допустимых скоростей ветра, проветривание обеспечивается. При этом попадание выхлопных газов в дворовые территории незначительно.

Ввиду полузамкнутой компоновки зданий во дворах большинства групп домов преобладают зоны пониженных скоростей ветра. Несмотря на их преобладание в дворовых территориях, можно отметить, что большинство дворов хорошо защищены от поступления выхлопных газов с улицы 250-летия Челябинска.

Для исследуемой территории также были подсчитаны риски аэродинамического воздействия (см. таблицу), которые позволяют определить уровень комфорта городской застройки и подсчитать средний коэффициент трансформации

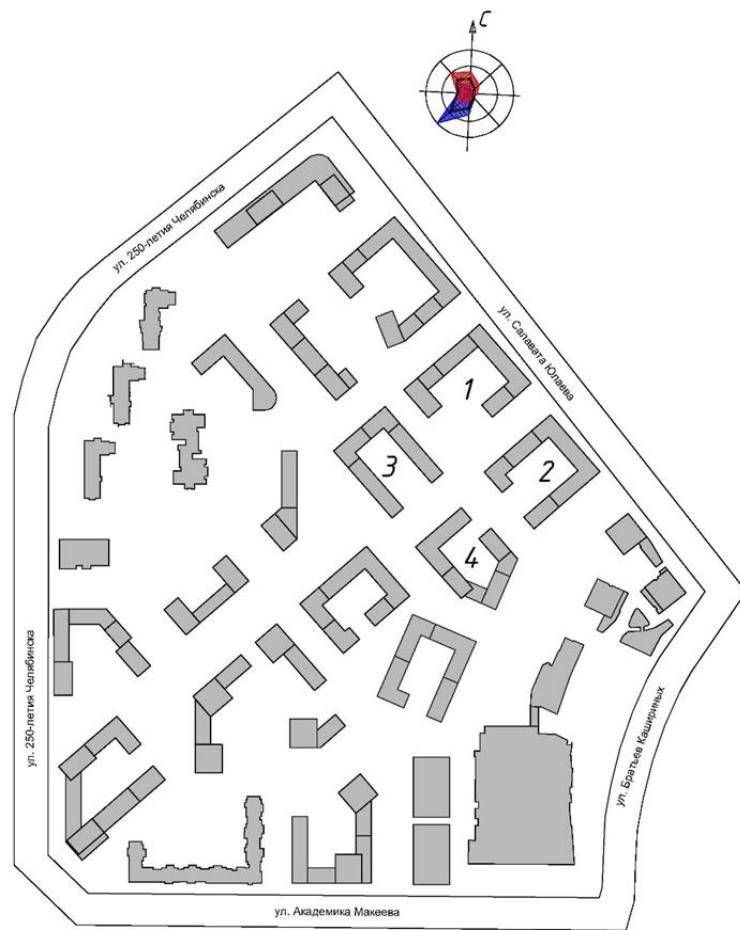


Рис. 3. План жилого комплекса с учётом окружающей застройки

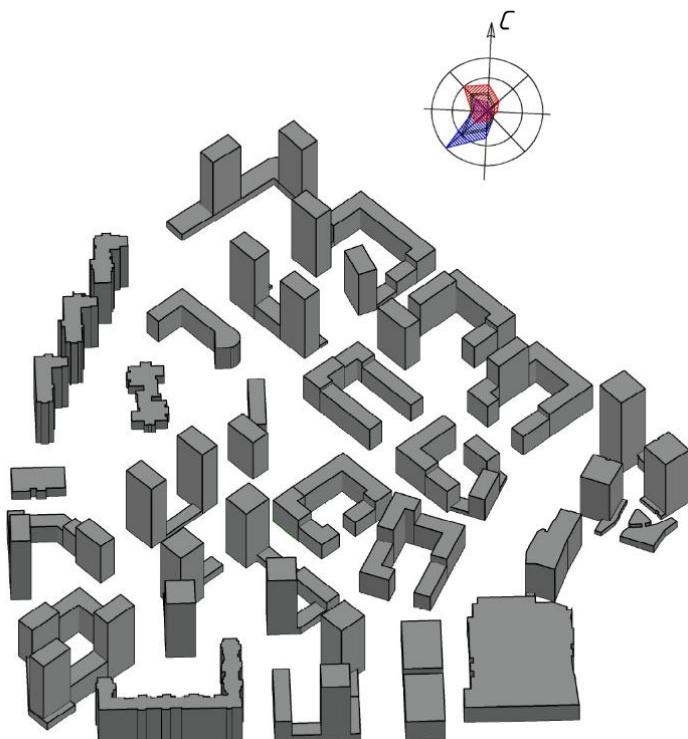


Рис. 4. Трёхмерная модель с учётом окружающей застройки

скорости ветрового потока для исследуемой территории по данному направлению ветра.

Следует ввести понятие риска аэродинамического воздействия. Риск отражает отношение площади конкретной аэрационной зоны к общей площади исследуемой области без учёта площади зданий в плане. С его помощью можно определить долю каждой зоны скорости ветра относительно общей площади всех зон.

Для подсчёта рисков аэродинамического воздействия на территории выбранного объекта исследования была выбрана произвольная область, включающая в себя все группы домов жилого комплекса, а также относящиеся к нему автомобильные парковки. Выбранная область представлена на рис. 6. Общая площадь выбранной зоны исследования составляет $51512,72 \text{ м}^2$, площадь зданий в плане, находящихся в выбранной област-

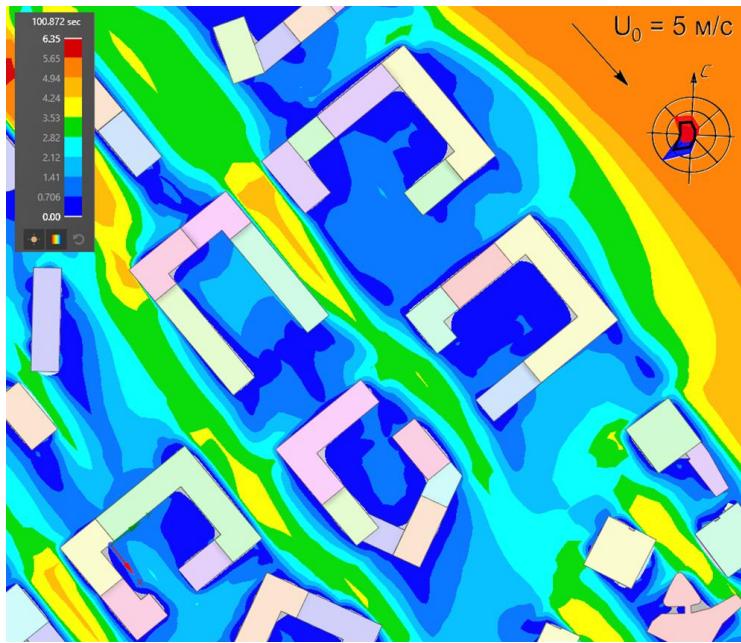


Рис. 5. Поле скоростей при северо-западном направлении ветра

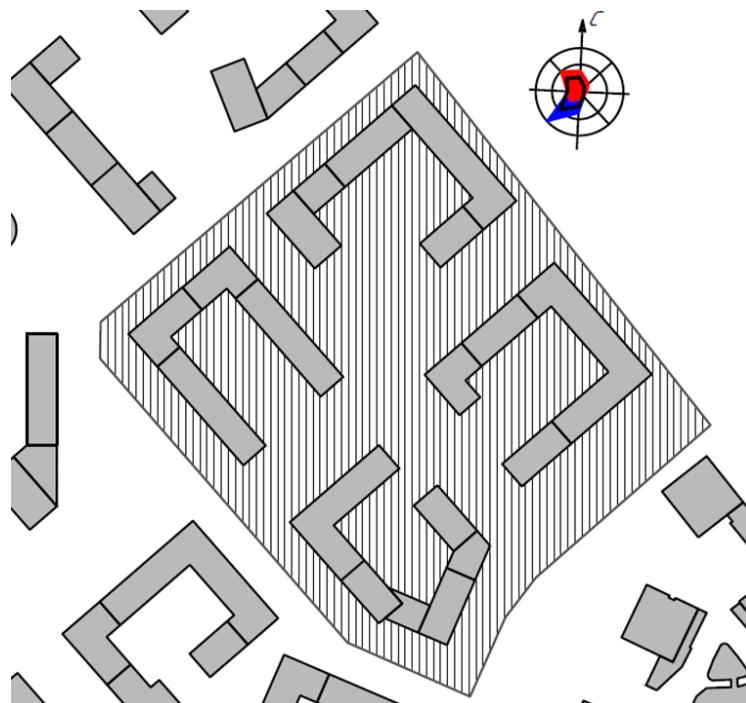


Рис. 6. Область исследования рисков аэродинамического воздействия

Риски аэродинамического воздействия при восьмом направлении ветра (доля зоны диапазонов скоростей)

Скорость ветра, v , м/с	Коэффициент трансформации, τ		Площадь, S , м ²	$\tau \cdot S$	Риск аэродинамического воздействия, P , %
Более 5 (дискомфортные зоны)	Более 1		0,00	0,00	0,00
3–5 (допустимые зоны)	0,6	–	1	5412,94	5412,94
1–3 (комфортные зоны)	0,2	–	0,6	18168,32	10900,99
0–1 (застойные зоны)	0	–	0,2	14611,13	2922,23
Общее значение (сумма)			38192,39	19236,16	100
Средний коэффициент τ_{cp}				0,50	

ти, – 13320,33 м². Данные значения в дальнейшем были приняты при расчёте рисков аэродинамического воздействия.

В соответствии с таблицей рисков аэродинамического воздействия можно сделать вывод, что при данном направлении ветра преобладают комфортные зоны (47,57 %). Застойные зоны занимают 38,26 % исследуемой площади. Местами присутствуют зоны допустимых скоростей ветра (14,17 %).

Выводы

Проведённые исследования показали, что:

1) рассмотренный жилой квартал хорошо защищён от попадания вредностей со стороны близлежащих дорог;

2) дворовые территории хорошо защищены от ветра, что обеспечивает комфорт жителям в зимний период года, когда повышенные скорости ветра оказывают наиболее негативное влияние на качество жизни;

3) несмотря на преобладание пониженных скоростей ветра в дворовых территориях, в теплый период года проветривание будет обеспечено конвективной циркуляцией воздуха;

4) методика исследования ветрового режима городской застройки с помощью численного моделирования в программном комплексе ANSYS Discovery Live может использоваться для исследования ветрового режима жилых кварталов с целью обеспечения должного проветривания.

Список литературы

1. Асеева О.Ю. Тенденции развития урбанизации в России: региональный аспект // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2014. № 1. С. 243–248.
2. Мазур Л.Н. Теоретические проблемы изучения процессов урбанизации // Историческая урбанистика: прошлое и настоящее города: Сборник научных статей Всероссийской конференции с международным участием, Сургут, 14 ноября 2014 года. Сургут: ООО «Курганский Дом печати», 2015. С. 60–73.
3. Суданц М.Б. Состояние и перспективы исследования урбанизации как международно-политического феномена // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2021. № 4 (38). С. 134–139.
4. Hågbo T.O., Giljarhus K.E.T. Sensitivity of urban morphology and the number of CFD simulated wind directions on pedestrian wind comfort and safety assessments // Building and Environment. 2024, vol. 253, pp. 111310.
5. Wind-comfort assessment in cities undergoing densification with high-rise buildings remediated by urban trees / A. Kubilay, A. Rubin, D. Derome, J. Carmeliet // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. 2024, vol. 249, pp. 105721.
6. Рекомендации по учету природно-климатических факторов в планировке, застройке и благоустройстве городов и групповых систем населенных мест. М.: ЦНИИП градостроительства, 1980. 139 с.
7. 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.
8. 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.
9. Руководство по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки // ЦНИИП градостроительства. М.: Стройиздат, 1986. 59 с.
10. 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.

11. Лазарева И.В. Рекомендации по использованию нарушенных территорий для градостроительства. М.: ЦНИИП градостроительства, 1983. 104 с.
12. Обеспечение экологической безопасности городов с учетом аэрационного режима воздуха / И.С. Шукров, В.Д. Олењков, В. Пайкан, Р.М. Аманов // Вестник БГТУ. 2017. № 5. С. 41–44.
13. Серебровский Ф.Л. Аэрация населенных мест. М.: Стройиздат, 1985. 172 с.
14. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. М.: Стройиздат, 1983. 136 с.
15. Loáiciga H.A. Solar insolation on uniformly sloping terrain in a changing climate // World Environmental and Water Resources Congress 2011: Bearing Knowledge for Sustainability. Proceedings of the 2011 World Environmental and Water Resources Congress, Palm Springs, CA, 22–26 мая 2011 года. Palm Springs, CA, 2011, pp. 4433–4452.
16. Поддаева О.И., Кубенин А.С., Чурип П.С. Архитектурно-строительная аэродинамика: учебное пособие. 2-е изд. М.: МГСУ, 2017. 88 с.
17. Лифанов И.К., Гутников В.А., Скотченко А.С. Моделирование аэрации в городе. М.: Диалог-МГУ, 1998. 134 с.
18. Олењков 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.
19. Олењков 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.
20. Олењков 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.

References

1. Aseeva O.Yu. [Trends in urbanization development in Russia: regional aspect]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment* [News of the South-West State University. Series: Economics. Sociology. Management]. 2014, no. 1, pp. 243–248. (in Russ.)
2. Mazur L.N. [Theoretical problems of studying urbanization processes]. In: *Teoreticheskie problemy izucheniya protsessov urbanizatsii // Istoricheskaya urbanistika: proshloe i nastoyashchее goroda: Sbornik nauchnykh statey Vserossiyskoy konferentsii s mezhunarodnym uchastiem, Surgut, 14 noyabrya 2014 goda* [Historical urban studies: past and present of the city: Collection of scientific articles from the all-Russian Conference with international participation, Surgut, November 14, 2014]. Surgut State University. Surgut, OOO “Kurgansky Dom Pechati”, 2015, pp. 60–73. (in Russ.)
3. Sudancz M.B. [The state and prospects of the study of urbanization as an international political phenomenon]. *Evraziyskaya integratsiya: ekonomika, pravo, politika* [Eurasian integration: economics, law, politics], 2021, no. 4(38), pp. 134–139. (in Russ.)
4. Hågbo T.O., Giljarhus K.E.T. Sensitivity of urban morphology and the number of CFD simulated wind directions on pedestrian wind comfort and safety assessments. *Building and Environment*, 2024, vol. 253, pp. 111310.
5. Kubilay A., Rubin A., Derome D., Carmeliet J. Wind-comfort assessment in cities undergoing densification with high-rise buildings remediated by urban trees. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 2024, vol. 249, p. 105721.
6. *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.)
7. *Rekomendatsii po otsenke aeratsii territorii v zhiloy zastroyke g. Moskvy* [Recommendations for assessing the aeration of the territory in residential development in Moscow]. Responsible editor I.K. Lifanov. 2nd edition, revised and enlarged. Moscow, MAKS Press, 2006. 160 p. (in Russ.)
8. Semashko K.I. [Some patterns of wind flow distribution in residential buildings]. In: *Oz dorovlenie 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.)
9. 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.)
10. Korobeynikova A.E. Osobennosti formirovaniya i otsenki aeratsionnogo rezhima zhiloy zastroyki na sklonovykh territoriyakh v usloviyah 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.)

11. Lazareva I.V. *Rekomendatsii po ispol'zovaniyu narushennykh territoriy dlya gradostroitel'stva* [Recommendations on the use of disturbed territories for urban planning]. Moscow, TSNIP of Urban Planning, 1983. 104 p. (in Russ.)
12. Shukurov I.S., Olenkov V.D., Paykan V., Amanov R.M. [Ensuring environmental safety of cities taking into account the aeration regime of air]. *Vestnik BG TU* [Bulletin of BSTU], 2017, no. 5, pp. 41–44. (in Russ.)
13. Serebrovskiy F.L. *Aeratsiya naselelennikh mest* [Aeration of residential area]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1985. 172 p. (in Russ.)
14. SNIП 2.01.01-82 Stroitel'naya klimatologiya i geofizika [Building codes and regulations 2.01.01-82 Construction climatology and geophysics]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1983. 136 p. (in Russ.)
15. Loáiciga H.A. Solar insolation on uniformly sloping terrain in a changing climate. *World Environmental and Water Resources Congress 2011: Bearing Knowledge for Sustainability*. Proceedings of the 2011 World Environmental and Water Resources Congress, Palm Springs, CA, 22–26 may 2011. Palm Springs, CA, 2011, pp. 4433–4452.
16. Poddaeva O.I., Kubenin A.S., Churin P.S. *Arhitekturno-stroitel'naja ajerodinamika: uchebnoe posobie* [Architectural and construction aerodynamics: textbook]. 2nd ed. Moscow, MGSU Publ., 2017. 88 p. (in Russ.)
17. 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.)
18. 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, no. 21(1), pp. 5–12. (in Russ.) DOI: 10.14529/build210101
19. 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, no. 17 (4), pp. 21–27. (in Russ.) DOI: 10.14529/build170403
20. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Zamula M.D. [Taking into account wind conditions when designing residential buildings]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*, 2023, vol. 23, no. 3, pp. 5–13. (in Russ.) DOI 10.14529/build230301

Информация об авторах:

Оленьев 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.

Малышев Александр Алексеевич, студент кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; sashamalyshev2003@mail.ru.

Кожевников Дмитрий Вадимович, аспирант кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; kdv-174@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.

Alexander A. Malyshev, Student, Department of Town Planning, Engineering Networks and Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; sashamalyshev2003@mail.ru

Dmitriy V. Kozhevnikov, Post-graduate student, Department of Town Planning, Engineering Networks and Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; kdv-174@mail.ru

Статья поступила в редакцию 10.09.2025, принята к публикации 18.09.2025.

The article was submitted 10.09.2025, approved after reviewing 18.09.2025.