

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА ПРОЕКТИРУЕМОГО ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА

Валентин Данилович Оленьков¹, Алена Олеговна Колмогорова¹,
Михаил Дмитриевич Замула², Алексей Викторович Алеманов¹

¹ Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)
(НИУ ЮУрГУ); г. Челябинск, Российская Федерация;

² ООО Голос. Проект; г. Челябинск, Российская Федерация

Введение. Повышенные скорости ветра приводят к ощущению дискомфорта у жителей микрорайона. Резкие порывы ветра также могут привести и к несчастным случаям. Для обеспечения безопасного и комфортного пребывания человека на улице необходимо с большой ответственностью подходить к вопросу решения аэрационных проблем застройки. Основной целью исследования является определение влияния окружающей застройки на ветровой режим исследуемого жилого комплекса.

Материалы и методы. Инструментом решения аэрационной проблемы застройки микрорайона стал программный комплекс ANSYS Discovery Live. Также анализ ветрового режима и жилой застройки основывается на библиографических источниках и систематизации научно-исследовательских результатов. Рассматриваются две расчетные схемы с учетом и без учета окружающей застройки при двух направлениях ветра, преобладающих в предполагаемом месте строительства, западном и юго-западном. Анализ получаемых данных производился путем ранжирования аэрационных зон по определенной скорости ветра на основе параметров комфортности для нахождения человека на исследуемой территории, определения коэффициентов трансформации скорости ветра τ_i и сравнения полученных результатов для двух направлений ветра и двух вариантов расчетных схем.

Результаты. По результатам исследования проектируемая застройка жилой территории при различных направлениях ветра способствует проветриванию территории, что свидетельствует о необходимости анализа аэрации жилой зоны с точки зрения ветрозащиты. Учет застройки, окружающей исследуемую, является необходимым фактором правильной оценки аэрационной комфортности анализируемой жилой территории, поскольку выявленные различия в зарегистрированных показателях по расчетам обеих схем являются весомыми, но при этом окружающая застройка принципиально не меняет распределение ветровых потоков на исследуемой территории.

Выводы. Учет ветрового режима при проектировании жилой застройки позволяет увеличить комфортное нахождение на территории застройки у жителей микрорайона.

Ключевые слова: архитектура, аэрация, ветровая комфортность, ветрозащита, жилая застройка, направление и скорости ветра

Для цитирования: Оленьков В.Д., Колмогорова А.О., Замула М.Д., Алеманов А.В. Особенности моделирования ветрового режима проектируемого жилого комплекса // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2026. № 1. С. 25–33. DOI: 10.22227/2311-1518.2026.1.25-33

FEATURES OF MODELING THE WIND REGIME OF THE PROJECTED RESIDENTIAL COMPLEX

Valentin D. Olenkov¹, Alena O. Kolmogorova¹, Mikhail D. Zamula², Aleksey V. Alemanov¹

¹ South Ural State University (national research university) (NRU SUSU); Chelyabinsk, Russian Federation;

² LLC Golos. Project; Chelyabinsk, Russian Federation

Introduction. Increased wind speeds lead to a feeling of discomfort among residents of the neighborhood. Sudden gusts of wind can also lead to accidents. To ensure a safe and comfortable stay of a person on the street, it is necessary to approach the issue of solving aeration problems of building with great responsibility. The main purpose of the study is to determine the influence of the surrounding development on the wind regime of the residential complex under study.

Materials and methods. The ANSYS Discovery Live software package has become a tool for solving the aeration problem of building a microdistrict. Also, the analysis of the wind regime and residential development is based on bibliographic sources and the systematization of research results. Two calculation schemes are considered, taking into account and without taking into account the surrounding buildings with two wind directions prevailing in the proposed construction site, west and south-west. The analysis of the data obtained was carried out by ranking the aeration zones according to a certain wind speed based on the comfort parameters for finding a person in the study area, determining the wind speed transformation coefficients τ_i , and comparing the results obtained for two wind directions and two variants of calculation schemes.

Results. According to the results of the study, the construction of a residential area in different wind directions contributes to

the ventilation of the territory, which indicates the need to analyze the aeration of the residential area from the point of view of wind protection. Taking into account the buildings surrounding the studied area is a necessary factor for the correct assessment of the aeration comfort of the analyzed residential area, since the identified differences in the registered indicators according to the calculations of both schemes are significant, but the surrounding buildings do not fundamentally change the distribution of wind currents in the studied area.

Conclusions. Taking into account the wind regime when designing residential buildings allows residents of the microdistrict to increase their comfortable stay in the building area.

Keywords: architecture, aeration, aeration comfort, wind protection, residential buildings, wind direction

For citation: Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Zamula M.D., Alemanov A.V. Features of modeling the wind regime of the projected residential complex. *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology*. 2026; 1:25-33. DOI: 10.22227/2311-1518.2026.1.25-33 (rus.).

Введение

Трудно представить жизнь человека без вмешательства в нее природы. С давних времен природно-климатические факторы оказывали существенное влияние на развитие человеческого рода. Одним из таких факторов является ветер. Поток ветра способен принести прохладу для человека в жаркую погоду, но и способен также подвергнуть его определенному риску.

В существующей практике при проектировании жилой застройки пренебрегают анализом аэрационной обстановки территории [1–6], что является весомым упущением со стороны застройщиков. В соответствии с вышесказанными положениями необходимо должное внимание уделять вопросам аэрации жилой зоны при использовании современных технологий компьютерного моделирования [7–15].

Целью исследования является определение влияния окружающей застройки на ветровой режим исследуемого жилого комплекса.

Задачи исследования

1. Определение факторов, которые оказывают влияние на ветровой режим жилой территории.
2. Выявление закономерностей изменения скоростей и направлений ветра в зависимости от площади застройки, используемой в расчете.
3. Анализ комфортности ветрового режима на территории жилого комплекса.
4. Анализ зарегистрированных результатов, вывод закономерностей, внесение предложений и рекомендаций.

Объектом исследования является обтекание ветровым потоком проектируемого жилого комплекса с учетом жилой застройки и без нее.

Материалы и методы

В советское время активно велась разработка мероприятий по улучшению микроклимата исследуемой территории [1, 8, 16–21]. Для доказательства или опровержения тех или иных фактов, касающихся аэрации анализируемой области, были разработаны различные методы моделирования ветровых потоков. В качестве основных методов можно

выделить два: теоретический и экспериментальный [9, 18, 22, 23]. В XX в. в СССР пользовался большим спросом метод анализа ветровой обстановки при помощи аэродинамической трубы [24, 25]. Однако данный метод является слишком трудоемким и, как следствие, дорогостоящим, поэтому с приходом века технологий на смену данному методу пришел метод численного моделирования. Основным программным комплексом по расчету аэрации исследуемой территории является ANSYS [10–12, 15, 22, 26, 27].

Существует три различных решателя, способных выполнить задачу по выявлению распределения ветровых потоков в анализируемой зоне: ANSYS CFX, ANSYS Fluent и ANSYS Discovery Live.

Расчетная часть исследования произведена в программном комплексе ANSYS Discovery Live. В предыдущей статье [15] была описана методика проведения расчетов, были обозначены особенности данного расчетного комплекса, а также произведена верификация результатов расчетов на примере двух параллельных друг другу зданий [17]. Стоит добавить, что в данной статье рассмотрен расчет во много раз большего объема застройки, что в полной мере раскрывает возможности используемого расчетного аппарата. Идеей расчета стало сравнение двух принципиально разных расчетных схем. Их отличие в том, что в одном варианте рассматривается аэрация жилого комплекса площадью 0,05 км² без окружающей застройки (рис. 1).

Данный жилой комплекс включает в себя две дворовые территории со стилобатными частями и пространство между этими дворами. В другом же варианте в расчет включена застройка, окружающая исследуемую, общей площадью около 10 км² (рис. 2). Таким образом, второй расчетный объем в 200 раз больше первого.

Анализ получаемых данных производится путем ранжирования аэрационных зон по определенной скорости ветра на основе параметров комфортности для нахождения человека на исследуемой территории, определения коэффициентов трансформации скорости ветра τ_i и сравнения полученных результатов для двух направлений ветра и двух вариантов расчетных схем. В соответствии с предложениями И.К. Лифанова и др. [9] аэрационные зоны подразделяются на:

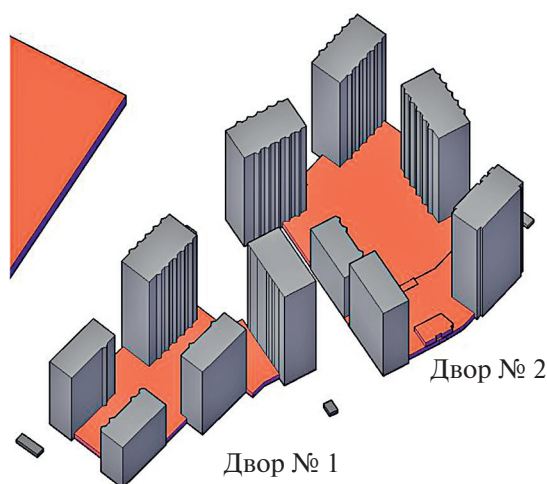


Рис. 1. Пространственная модель исследуемого жилого комплекса

- зоны застоя воздуха — аэрационные области, в которых скорость ветра находится в диапазоне от 0 до 1 м/с (воздух не циркулирует на данной территории, что приводит к задержке вредных веществ и неприятных запахов);
- зоны комфортного пребывания человека — аэрационные области, в которых скорость ветра находится в диапазоне от 1 до 3 м/с (воздействие ветра на человека не оказывает на него негативного влияния, т.е. не вызывает у него дискомфорта, ветровой поток со скоростями в таком диапазоне способствует циркуляции воздуха);
- зоны допустимых скоростей ветра — аэрационные области, в которых скорость ветра находится в диапазоне от 3 до 5 м/с (скорость ветра является приемлемой для человека, однако стремится к критической);
- зоны дискомфортных скоростей ветра — аэрационные области, в которых скорость ветра превышает 5 м/с (вызывает ощущение дискомфорта у человека и оказывает негативное влияние на жизнедеятельность людей).



Рис. 2. Пространственная модель исследуемой расчетной области

В качестве примера рассмотрим два направления ветрового потока: западное и юго-западное, как ветры с частой повторяемостью для данного региона. Начальную скорость ветра U_0 , входящую в застройку, принимаем по Приложению 4 СНиП 2.01.01–82 «Строительная климатология и геофизика» [28]. Для западного направления принята скорость $U_0 = 5$ м/с, а для юго-западного — $U_0 = 3,9$ м/с.

Обычно распределение ветровых потоков рассматривается на высоте 2 м от уровня земли, т.е. на высоте роста человека. В данном исследовании высота замера 6,5 м обусловлена анализом скоростей ветра на уровне роста человека от верха стилобатной части зданий. В данной зоне проектом предусмотрены места периодического пребывания жителей (прогулочные зоны, детские площадки и т.д.). Распределение ветровых потоков на высоте 2 м от уровня земли в центральной части жилого комплекса (между жилыми дворами № 1 и 2) численно никак не отличается от показателей на уровне 6,5 м.

Результаты исследования

Анализ расчетной схемы без окружающей застройки

Рассмотрим первый вариант расчетной схемы — без учета окружающей застройки. В результате расчета получены следующие картины изополей скоростей ветра для западного (рис. 3) и юго-западного (рис. 4) направлений ветра.

Анализ произведен по двум направлениям ветрового потока: западному и юго-западному.

При западном направлении ветра установлены следующие закономерности.

1. Областью повышенных скоростей ветра является центральная зона застройки. Скорость в данном месте достигает 6,11 м/с, что лежит в области дискомфортных скоростей ветра. Коэффициент трансформации скорости ветра τ_i составляет 1,22. Данная область

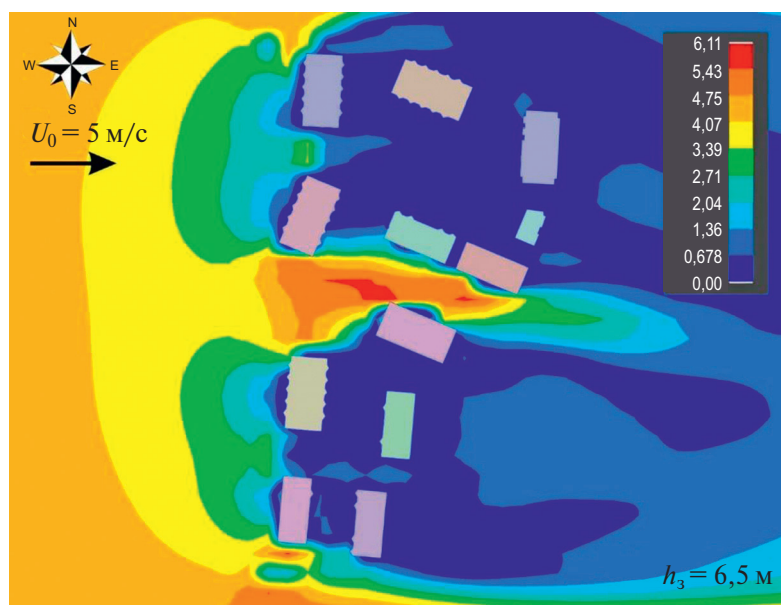


Рис. 3. Поле скоростей ветра в жилом комплексе без учета окружающей застройки при западном направлении потока

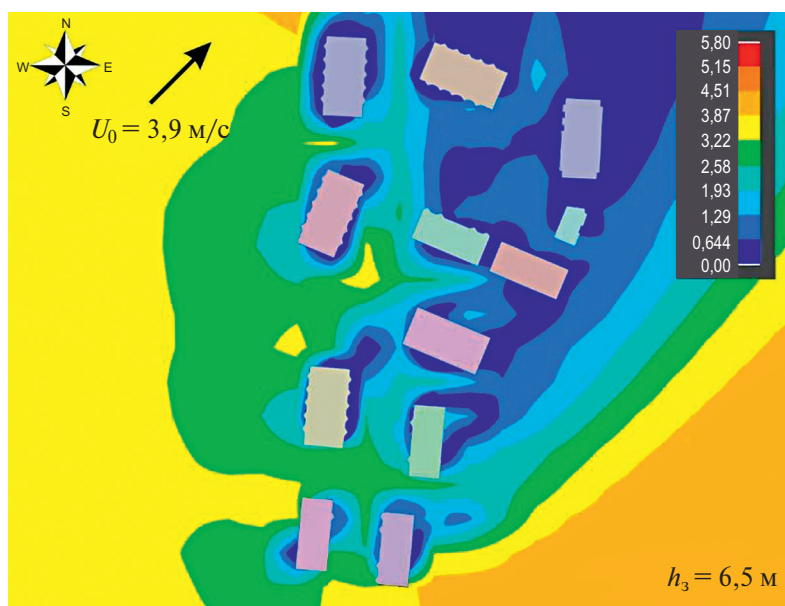


Рис. 4. Поле скоростей ветра в жилом комплексе без учета окружающей застройки при юго-западном направлении потока

представляет собой легкопродуваемый коридор, соответственно, такая конфигурация зданий способствует проветриванию территории.

2. Примечательно, что обе дворовые территории представляют собой зону пониженных скоростей ветра, что свидетельствует о постоянных воздушных застоях здесь. Скорость потока в данной области не превышает 0,68 м/с, что в переводе на коэффициент трансформации τ_i составляет 0,136. Также стоит отметить, что в дворовой территории № 2 на входе ветрового потока образуется зона резкого повышения скоростей ветра, которая затем гасится до комфортных скоростей ветра. Это может быть обусловлено столкновением ветровых потоков разных

уровней при переходе потока ветра от уровня земли до уровня стилобатной части.

3. При данном направлении ветра исследуемая застройка способствует ветрозащите территории, а расположенная между двух дворовых территорий зона — проветриванию.

Юго-западное направление ветра:

1. При данном направлении ветра по всей территории жилого комплекса наблюдаются умеренные скорости потока. Ветер здесь не разгоняется выше 3,87 м/с, в таких зонах ветровой поток никак не трансформируется. Это свидетельствует о правильной компоновке зданий для исследуемого угла атаки.

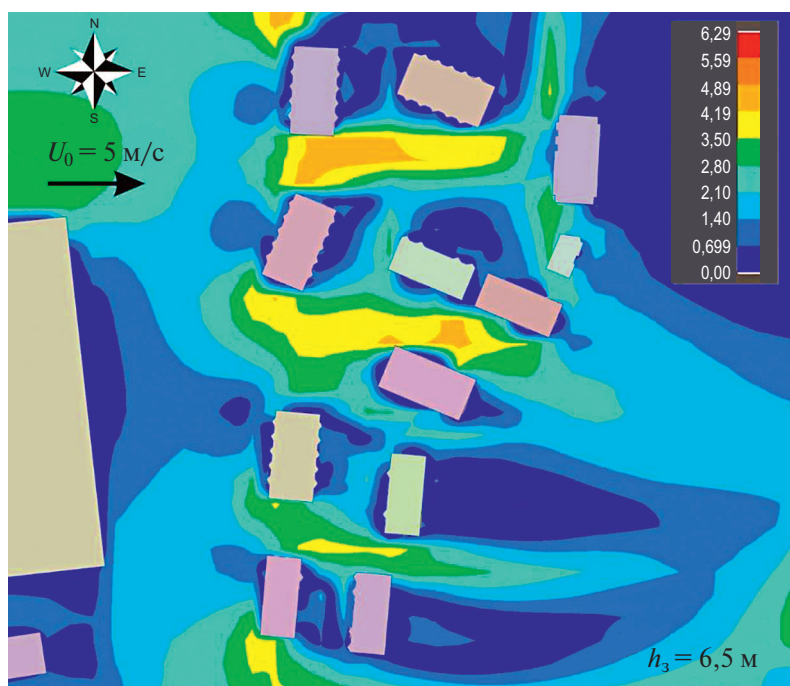


Рис. 5. Поле скоростей ветра в жилом комплексе с учетом окружающей застройки при западном направлении потока

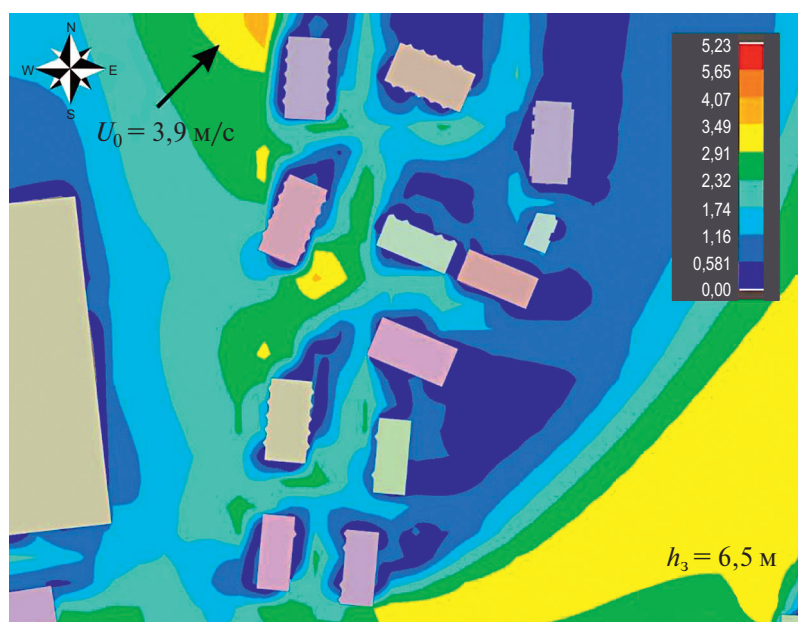


Рис. 6. Поле скоростей ветра в жилом комплексе с учетом окружающей застройки при юго-западном направлении потока

2. Застойные зоны практически отсутствуют, а комфортные области составляют около 80 % территории исследуемого участка, т.е. вся застройка способствует проветриванию расчетной области.

Анализ расчетной схемы с окружающей застройкой

Рассмотрим второй вариант расчетной схемы — с учетом окружающей застройки. В результате расчета получены следующие картины изополей ско-

ростей ветра для западного (рис. 5) и юго-западного (рис. 6) направлений ветра.

Анализ проведен по двум направлениям ветрового потока: западному и юго-западному.

При западном направлении ветра установлены следующие закономерности.

1. По сравнению с первой расчетной схемой в данном случае наблюдаются три зоны повышенных скоростей ветра, при этом все зарегистрированные скорости не превышают верхнюю границу допустимых показателей комфортности. Если осредненно принять входную в застройку скорость ветра

равной 2,8 м/с в соответствии со схемой изополей, а установленную скорость принять равной 4,89 м/с, то аэродинамическая характеристика — коэффициент трансформации скорости ветра t_i составит 1,75 для данной зоны, что свидетельствует об определенном свойстве композиции зданий, т.е. исследуемая застройка способствует проветриванию территории.

2. Зоны застойных скоростей ветра практически отсутствуют в области исследуемой застройки. Это может быть обусловлено перераспределением ветровых потоков от близлежащей застройки по пути следования ветра.

При юго-западном направлении ветра наблюдаемый характер распределения ветровых потоков сохранился. Однако выявлено общее понижение зарегистрированных скоростей ветра примерно на 5–10 %. Это свидетельствует о незначительном вкладе малоэтажных зданий окружающей застройки с юго-западной стороны в ветровой режим исследуемой территории.

Заключение

В заключение выполнен сравнительный анализ результатов вычислений двух отличающихся друг от друга расчетных схем и даны некоторые рекомендации по улучшению аэрации исследуемой территории.

При западном направлении ветра наблюдаются следующие различия в результатах расчетов при анализе расчетных схем с окружающей застройкой и без нее.

В случае с учетом окружающей застройки появляются три зоны повышенных скоростей ветра, но при этом зарегистрированные значения в этих местах не превышают допустимых показателей комфорта, в отличие от расчетной схемы без учета окружающей застройки, в которой присутствует всего одна зона дискомфортных скоростей потока. Если сопоставить точки с наибольшими скоростями ветра в обоих случаях, то можно определить, что в случае с учетом застройки вокруг исследуемой скорости ветра снижается на 25 %. Однако, если рассматривается влияние окружающей застройки на ветровой режим исследуемой территории, то скорость повышается в остальных зонах расчетной области, застойных зон становится намного меньше, а зон комфортных и допустимых скоростей ветра все больше. Этот факт свидетельствует о том, что исследуемая застройка способствует проветриванию территории.

Аналогично проанализированы полученные результаты по юго-западному направлению ветра и выявлены следующие различия.

Наблюдается незначительное снижение скоростей ветра в диапазоне от 5 до 10 % в центральной зоне исследуемой области. При этом на периферии проектной застройки снижение скоростей потока достигает 40 %. Обуславливается это сдерживаю-

щим влиянием соседних зданий, которые замедляют ветер в этой области. При этом принципиальное распределение ветровых потоков не изменилось, данная застройка по-прежнему способствует проветриванию территории.

Рекомендации

1. Если расчет производится на этапе массинга (от англ. «massing» — моделирование общей формы здания) жилой территории, то необходимо с соблюдением некоторых рекомендаций верно построить архитектурную композицию зданий с учетом ветровой комфортности [16].

2. Если же этап массинга завершен, т.е. положение зданий утверждено, то ветровые потоки следует регулировать при помощи зеленых насаждений и малых архитектурных форм. В частности, наибольшее влияние на ветровой режим исследуемой территории оказывают зеленые насаждения. По данным В.М. Пивкина [29], существует большое количество различных способов регулирования микроклимата территории. Эти мероприятия могут быть направлены как на проветривание, так и на ветрозащиту исследуемой зоны. Например, в соответствии с данными, представленными у автора [29, с. 220], применение различных композиций зеленых насаждений способно уменьшить скорость ветра в необходимой точке как на 20–30, так и на все 40–50 % в зависимости от конфигурации форм зеленых насаждений. Согласно данным источника [29, табл. 19], размещение зеленых насаждений вполне может уменьшить скорость ветра на входе в группу деревьев до 7 раз, а на расстоянии примерно 50–100 м от входа — до 2 раз. Устройство зеленых насаждений во дворах способно снизить скорость ветра в застройке до 2 раз. При устройстве беседок и ветрозащитных экранов скорость ветра может быть снижена от 2 до 9 раз. Затенение скамеек под кронами деревьев способно снизить скорость ветра в расчетной точке в 1,5–2,5 раза от входной скорости.

Выводы

1. Рассмотренная в исследовании застройка при анализируемых направлениях ветра способствует проветриванию территории, что свидетельствует о необходимости рассматривать аэрацию жилой зоны с точки зрения ветрозащиты. При этом рекомендуется учитывать все направления ветра при анализе композиции зданий с точки зрения ветровой комфортности.

2. Методика расчета с применением программного комплекса ANSYS Discovery Live позволяет обрабатывать большие объемы исследуемой застройки, что позволяет в полной мере оценить ветровую комфортность жилой территории.

3. Учет застройки, окружающей исследуемую, территории, поскольку выявленные различия является необходимым фактором правильной оценки зарегистрированных показателей по расчетам обеих аэрационной комфортности анализируемой жилой схем являются весомыми.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рекомендации по учету природно-климатических факторов в планировке, застройке и благоустройстве городов и групповых систем населенных мест. М. : ЦНИИП градостроительства, 1980. 139 с.
2. СП 131.13330.2020. Строительная климатология СНиП 23-01–99* // Госстрой России. М. : ГУП ЦПП, 2020.
3. СП 42.13330.2016. Планировка и застройка городских и сельских поселений СНиП 2.07.01–89* // Госстрой России. М. : ГУП ЦПП, 2016.
4. МГСН 1.04–2005. Временные нормы и правила проектирования планировки и застройки участков территории высотных зданий-комплексов, высотных градостроительных комплексов в городе Москве. М. : Изд-во стандартов, 2005. 34 с.
5. МГСН 4.19–2005. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий комплексов в городе Москве. М. : Изд-во стандартов, 2005. 34 с.
6. Об утверждении нормативов градостроительного проектирования города Москвы в области торговли, обслуживания и обеспечения комфортных и благоприятных условий проживания граждан в объектах жилого назначения : Постановление Правительства Москвы от 21 декабря 2021 года № 2152-ПП.
7. Рекомендации по оценке аэрации территории в жилой застройке г. Москвы. 2-е изд., перераб. и доп. / отв. ред. И.К. Лифанов. М. : МАКС Пресс, 2006. 160 с.
8. Семашко К.И. Руководство по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки. М. : Стройиздат, 1986. 59 с.
9. Лифанов И.К., Гутников В.А., Скотченко А.С. Моделирование аэрации в городе : учебник. М. : Диалог-МГУ, 1998. 134 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.
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. Оленьков В.Д., Колмогорова А.О., Бараков И.И. и др. Особенности учета ветрового режима при проектировании жилой застройки в целях проветривания и ветрозащиты // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2022. Т. 22. № 3. С. 14–23. DOI: 10.14529/build220302
13. Шукуров. И.С., Оленьков В.Д., Пайкан В., Аманов Р.М. Обеспечение экологической безопасности городов с учетом аэрационного режима воздуха // Вестник БГТУ. 2017. № 5. С. 41–44. DOI: 10.12737/article_590878faafb818.60730967
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. Оленьков В.Д., Колмогорова А.О., Замула М.Д. Учет ветрового режима при проектировании жилой застройки // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2023. Т. 23. № 3. С. 5–13.
16. Полуй Б.М. Архитектура и градостроительство в суровом климате. Л. : Стройиздат, 1989. 304 с.
17. Чистяков С.Б. Оздоровление окружающей среды городов : сб. науч. тр. М. : ЦНИИП градостроительства, 1973. 200 с.
18. Серебровский Ф.Л. Аэрация населенных мест. М. : Стройиздат, 1985. 172 с.
19. Римша А.Н. Градостроительство в условиях жаркого климата : учебник для вузов. М. : Стройиздат, 1979. 312 с.
20. Горохов В.А. Городское зеленое строительство : учеб. пособ. для вузов. М. : Стройиздат, 1991. 416 с.
21. Лазарева И.В. Рекомендации по использованию нарушенных территорий для градостроительства. М. : ЦНИИП градостроительства, 1983. 104 с.
22. Поддаева О.И., Кубенин А.С., Чуринов П.С. Архитектурно-строительная аэродинамика : учеб. пособ. 2-е изд. М. : МГСУ, 2017. 88 с.
23. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения / пер. с англ. Б.Е. Маслова, А.В. Швецовой; под ред. канд. техн. наук Б.Е. Маслова. М. : Стройиздат, 1984. 360 с.
24. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Изд. 4-е, стереотипное. М. : Наука, 1988. 736 с.
25. Оленьков В.Д. Нарушенные территории в градостроительстве: восстановление, использование, аэра-

ционный режим : монография // М-во образования Рос. Федерации. Юж.-Урал. гос. ун-т. Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2002. 192 с.

26. Сумеркин Ю.А., Теличенко В.И. Оценка экологической безопасности придомовых территорий жилых районов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 6. С. 99–103.
27. Куртнер Д.А., Торберг Г.А., Е.Д. Швецова. Зонирование сельскохозяйственного поля на основе нечеткого моделирования // АГРОФИЗИКА. 2012. № 1. С. 18–23.
28. СНиП 2.01.01–82. Строительная климатология и геофизика // Госстрой СССР. М. : Стройиздат, 1983. 136 с.
29. Пивкин В.М. Климатологические основы районной планировки и градостроительства в Сибири. Л. : Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1984. 260 с.

Об авторах: **Валентин Данилович Оленьков** — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы»; **Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (НИУ ЮУрГУ)**; 454080, г. Челябинск, пр-т Ленина, д. 76; e-mail: olenkovvd@susu.ru;

Алена Олеговна Колмогорова — старший преподаватель кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы»; **Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (НИУ ЮУрГУ)**; 454080, г. Челябинск, пр-т Ленина, д. 76; e-mail: kolmogorovaao@susu.ru;

Михаил Дмитриевич Замула — инженер-проектировщик; **ООО Голос. Проект**; 454100, г. Челябинск, ул. Аношкина, д. 12; e-mail: m.zamula@golos.click;

Алексей Викторович Алеманов — аспирант кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы»; **Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (НИУ ЮУрГУ)**; 454080, г. Челябинск, пр-т Ленина, д. 76; e-mail: alemanov98@mail.ru.

REFERENCES

1. Recommendations on the consideration of natural and climatic factors in the planning, construction and improvement of cities and group systems of populated areas. Moscow, TsNIIP of Urban Planning, 1980; 139. (rus.).
2. SP 131.13330.2020. Construction climatology SNiP 23-01-99*. *Gosstroy of Russia*. Moscow, SUE CPP, 2020. (rus.).
3. SP 42.13330.2016. Planning and construction of urban and rural settlements SNiP 2.07.01-89*. *Gosstroy of Russia*. Moscow, SUE CPP, 2016. (rus.).
4. MGSN 1.04–2005. Temporary norms and rules for the design of the layout and development of sections of the territory of high-rise buildings–complexes, high-rise urban complexes in the city of Moscow. Moscow, Publishing House of Standards, 2005; 34. (rus.).
5. MGSN 4.19–2005. Temporary norms and rules for the design of multifunctional high-rise buildings and buildings complexes in the city of Moscow. Moscow, Publishing House of Standards, 2005; 34. (rus.).
6. On approval of standards for urban planning design of the city of Moscow in the field of trade, service and provision of comfortable and favorable living conditions for citizens in residential facilities : The Government of Moscow Resolution No. 2152-PP dated December 21, 2021. (rus.).
7. Recommendations for assessing the aeration of the territory in residential buildings in Moscow. 2nd ed., reprint. and an additional. Ed. by I.K. Lifanov. Moscow, MAKSS Press, 2006; 160. (rus.).
8. Semashko K.I. *Guidelines for the assessment and regulation of the wind regime of residential buildings*. Moscow, Sroizdat, 1986; 59. (rus.).
9. Lifanov I.K., Gutnikov V.A., Scotchenko A.S. *Modeling of aeration in the city : textbook*. Moscow, Dialog-MSU, 1998; 134. (rus.).
10. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Sapogova A.E. Computer modeling of the aeration regime of residential buildings for the purpose of ventilation and wind protection. *Bulletin of SUSU*. 2021; 21(1):5-12. (rus.).
11. Olenkov V.D. Accounting for the wind regime of urban development in urban planning using computer modeling technologies. *Bulletin of SUSU*. 2017; 17(4):21-27. DOI: 10.14529/build170403 (rus.).
12. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Barakov I.I. et. al. Features of taking into account the wind regime in the design of residential buildings for the purpose of ventilation and wind protection. *Bulletin of SUSU*. 2022; 22(3):14-23. DOI: 10.14529/build220302 (rus.).
13. Shukurov I.S., Olenkov V.D., Paykan V., Amanov R.M. Ensuring environmental safety of cities taking into account the aeration regime of air. *Bulletin of BSTU*. 2017; 5:41-44. DOI: 10.12737/article_590878faafb818.60730967 (rus.).

14. Korobeynikova A.E. *Features of the formation and assessment of the aeration regime of residential buildings on sloping territories in the Arctic zone of the Russian Federation : abstract of the dissertation of Candidate of Technical Sciences*. Moscow, Publishing House of Moscow State University, 2002; 23. (rus.).
15. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Zamula M.D. Consideration of the wind regime in the design of residential buildings. *Bulletin of SUSU*. 2023; 23(3):5-13. (rus.).
16. Poluy B.M. *Architecture and urban planning in a harsh climate*. Leningrad, Stroyizdat, 1989; 304. (rus.).
17. Chistyakov S.B. *Improvement of the urban environment : collection of scientific papers*. Moscow, TSNIIP of Urban Planning, 1973; 200. (rus.).
18. Serebrovsky F.L. *Aeration of populated places*. Moscow, Stroyizdat, 1985; 172. (rus.).
19. Rimsha A.N. *Urban planning in a hot climate : textbook for universities*. Moscow, Stroyizdat, 1979; 312. (rus.).
20. Gorokhov V.A. *Urban green construction : handbook for universities*. Moscow, Stroyizdat, 1991; 416. (rus.).
21. Lazareva I.V. Recommendations on the use of disturbed territories for urban planning. *TsNIIP urban planning*. Moscow, 1983; 104. (rus.).
22. Poddaeva O.I., Kubenin A.S., Churin P.S. *Architectural and construction aerodynamics : a textbook*. 2nd ed. Moscow, MGSU, 2017; 88. (rus.).
23. Simiu E., Scanlan R. *The impact of wind on buildings and structures*. Transl. from English by B.E. Maslova, A.V. Shvetsova. Ed. by B.E. Maslov, Candidate of Technical Sciences. Moscow, Stroyizdat, 1984; 360. (rus.).
24. Landau L.D., Lifshits E.M. *Hydrodynamics. 4th edition, stereotypical*. Moscow, Nauka, 1988; 736. (rus.).
25. Olenkov V.D. *Disturbed territories in urban planning: restoration, use, aeration regime : monograph*. Ministry of Education of the Russian Federation. Federation. South-Ural State University. Chelyabinsk, SUSU Publishing House, 2002; 192. (rus.).
26. Sumerkin Yu.A., Telichenko V.I. Assessment of environmental safety of adjacent territories of residential areas. *Industrial and civil engineering*. 2017; 6:99-103. (rus.).
27. Kurtener D.A., Torberg G.A., Shvetsova E.D. Zoning of an agricultural field based on fuzzy modeling. *AGROPHYSICS*. 2012; 1:18-23. (rus.).
28. SNiP 2.01.01–82. Building climatology and geophysics. *Gosstroy of the USSR*. Moscow, Stroyizdat, 1983; 136. (rus.).
29. Pivkin V.M. *Climatological Foundations of Regional Planning and Urban Construction in Siberia*. Leningrad, Stroiizdat, Leningrad Branch, 1984; 260. (rus.).

About the authors: **Valentin D. Olenkov** — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of Department of Urban Planning, Engineering Networks and Systems; **South Ural State University (national research university) (NRU SUSU)**; 76 Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation; e-mail: olenkovvd@susu.ru;

Alena O. Kolmogorova — Senior lecturer of Department of Urban Planning, Engineering Networks and Systems; **South Ural State University (national research university) (NRU SUSU)**; 76 Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation; e-mail: kolmogorovaao@susu.ru;

Mikhail D. Zamula — engineer; **LLC Golos. Project**; 12 Anoshkina St., Chelyabinsk, 454100, Russian Federation; e-mail: m.zamula@golos.click;

Aleksey V. Alemanov — postgraduate student of Department of Urban Planning, Engineering Networks and Systems; **South Ural State University (national research university) (NRU SUSU)**; 76 Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation; e-mail: alemanov98@mail.ru.