

Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов Urban and rural settlement planning

Научная статья

УДК 711.6+624.042.41

DOI: 10.14529/build240401

ОСОБЕННОСТИ ОБТЕКАНИЯ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ЗАМКНУТОЙ ФОРМЫ С АРКАМИ И РАЗРЫВАМИ

В.Д. Оленьков, olenkovvd@susu.ru, centernasledie@mail.ru

А.О. Колмогорова, kolmogorovaao@susu.ru

Д.В. Кожевников, kdv-174@mail.ru

А.В. Алеманов, alemanov98@mail.ru

Я.С. Яшкин, yaroslav_8_8@mail.ru

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. В этой статье изучены свойства распределения ветровых потоков в жилой застройке замкнутой формы двух вариантов: с арками и разрывами. Рассматривались варианты типовой застройки высотой в 16 этажей при двух преобладающих направлениях входящего ветрового потока. Выполнено численное моделирование динамики воздушных потоков в программном комплексе Ansys Discovery Live. Произведен анализ результатов – полей скоростей ветра внутри дворовой территории, взятых на высоте пешехода. Замкнутая застройка с точки зрения ветрового режима обуславливает наличие больших участков территории с пониженными скоростями ветра, поэтому наличие арочных проемов или разрывов существенно улучшает комфортность микроклимата двора. Процент комфортных по ветру территорий внутри двора выше в случае второго варианта компоновки блок-секций – с полноценными разрывами на всю высоту зданий. Определены рекомендации к взаимному размещению элементов планировки жилой застройки и выбору благоустройства дворовой территории.

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

Для цитирования. Особенности обтекания воздушным потоком жилой застройки замкнутой формы с арками и разрывами / В.Д. Оленьков, А.О. Колмогорова, Д.В. Кожевников и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2024. Т. 24, № 4. С. 5–10. DOI: 10.14529/build240401

Original article

DOI: 10.14529/build240401

AIR FLOW PATTERNS AROUND A RESIDENTIAL CLOSED-SHAPED BUILDING WITH ARCHES AND GAPS

V.D. Olenkov, olenkovvd@susu.ru, centernasledie@mail.ru

A.O. Kolmogorova, kolmogorovaao@susu.ru

D.V. Kozhevnikov, kdv-174@mail.ru

A.V. Alemanov, alemanov98@mail.ru

Ya.S. Yashkin, yaroslav_8_8@mail.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. The paper studies the properties of wind flow distribution in a closed-shaped residential building of two types: with arches and gaps. It considers the variants of a typical building with a height of 16 floors and two predominant directions of the incoming wind flow. It also presents the results of the numerical modelling of air flow dynamics in Ansys Discovery Live software package and analyses the wind velocity fields inside the courtyard area taken at pedestrian height. A closed-shaped building in terms of wind regime determines the presence of large areas of the territory with reduced wind speeds. The presence of arched openings or gaps significantly improves the comfort of the microclimate of the yard.

© Оленьков В.Д., Колмогорова А.О., Кожевников Д.В., Алеманов А.В., Яшкин Я.С., 2024.

Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура».
2024. Т. 24, № 4. С. 5–10

The percentage of wind-friendly territories inside the courtyard is higher in case of the second variant of block-section layout – with full-fledged gaps for the whole height of the buildings. The paper suggests recommendations for the mutual placement of residential building layout elements and the choice of courtyard landscaping.

Keywords: wind regime, wind comfort, residential development, numerical modelling, ANSYS Discovery Live

For citation. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Kozhevnikov D.V., Alemanov A.V., Yashkin Ya.S. Air flow patterns around a residential closed-shaped building with arches and gaps. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2024;24(4):5–10. (in Russ.). DOI: 10.14529/build240401

Введение

Оценка микроклимата в городской застройке, формирующегося под влиянием различных приемов и форм застройки, благоустройства и озеленения, производится с целью его прогнозирования и, соответственно, корректировки в сторону улучшения еще на стадии проектирования. Оценка микроклиматических характеристик производится с помощью графоаналитических методов, физического моделирования и натурных наблюдений и предусматривает анализ отдельных факторов климата и микроклимата и их комплексов. Одним из важнейших факторов микроклимата застройки является ветер [1, 2].

Ветер может создавать дискомфортные условия для нахождения человека вблизи жилых домов и на придомовой территории. При этом дискомфортны как малые скорости ветра, обуславливающие возникновение так называемых зон ветровой «тени», в которых могут собираться выхлопные газы и пыль, а также снега в зимний период, так и высокие скорости ветра, в совокупности с температурным фактором влияющие на здоровье человека [3–5].

Правильный и всесторонний учет аэрационных условий в процессе градостроительного проектирования помогает создать рациональные условия аэрации застраиваемых территорий [6, 7].

Целью данного исследования является изучение особенностей воздействия ветровых потоков на жилую застройку замкнутой прямоугольной формы с арками в двух противоположных блок-секциях и разомкнутой прямоугольной формы с проездами на противоположных краях застройки.

1. Исходные данные и методика исследования

Согласно существующим критериям комфортности микроклимата застройки по скорости ветра оптимальна для аэрации застройки скорость равная 1–5 м/с. Скорости ветра выше 5 м/с и ниже 1 м/с считаются дискомфортными [8].

Скорость ветра на открытой территории обычно гораздо выше, чем на внутريدворовой территории, и задается согласно природным условиям района размещения – розе ветров. При этом рассматриваются направления ветра с наибольшей повторяемостью в летний и зимний периоды [9].

Объектом исследования являлись 2 варианта компоновки жилых зданий: замкнутая с арочными проездами в двух противоположных блок-секциях

и полузамкнутая с разрывом по высоте между блок-секциями. Трехмерная модель зданий создавалась в программном комплексе AutoCAD по следующим параметрам: высота зданий 48 м (16 этажей), ширина блок-секции – 14 м, общая ширина двух блок-секций – 94 м, общая длина – 100 м. В первом варианте арочные проемы шириной 6 м организованы по центру короткой стороны компоновки (восточная и западная стороны). Во втором варианте разрыв блок-секций организован шириной 18 м аналогично по центру короткой стороны компоновки.

Общая методика проведения аэродинамических расчетов методом численного моделирования в Ansys Discovery Live была описана ранее в [8, 10–14]. Для данного исследования скорость ветрового потока на открытой территории задана 5 м/с, температура воздуха +20 °С. Скорость ветра задавалась для каждого варианта в двух направлениях: западное (вдоль проемов) и юго-восточное (диагональное к компоновке).

2. Результаты исследования

2.1. Замкнутая застройка с арочными проездами

На рис. 1 представлены поля скоростей ветра на уровне 2 метров от земли (рост человека) для первого варианта – замкнутой 16-этажной застройки с арочными проездами при двух направлениях ветра.

Согласно рис. 1а при западном направлении входящего ветрового потока имеется выраженная зона застоя воздуха в основной части внутренней территории на площади порядка 85 %. Скорость ветрового потока на этом участке имеет значения в пределах от 0,46 до 1,6 м/с, локально сформированы участки со скоростью до 2,17 м/с. При этом арочные проезды формируют концентрации ветровых потоков с возрастанием скорости до 5,6 м/с на площади порядка 5 %, что требует локальных мероприятий по ветрозащите на линии в створе арочных проездов. В результате завихрений от скоростных потоков из арок формируются тоже локальные области с нормальным значением скорости от 2,17 до 3,32 м/с на небольшой площади порядка 10 %.

Согласно рис. 1б при юго-восточном направлении входящего ветрового потока до 65 % площади внутريدворовой территории имеет скорость потоков от 2,15 до 5,03 м/с, около 5 % – свыше 5,03 м/с и 30 % – ниже 2,15 м/с.

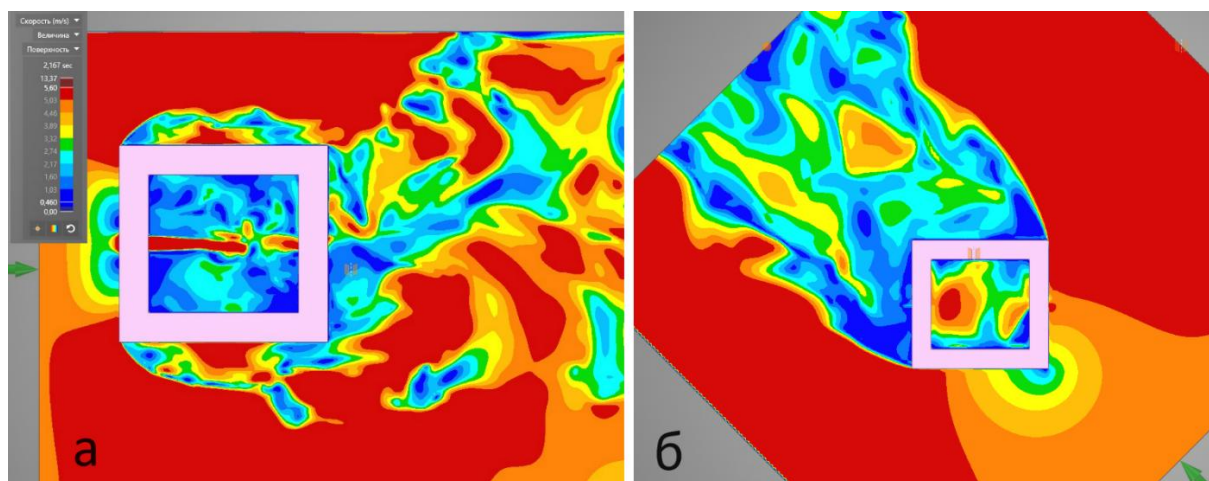


Рис. 1. Поле скоростей ветра для замкнутой планировки с арочными проемами: а) западный ветер (вдоль проемов); б) юго-восточный ветер (диагонально к компоновке)

2.2. Полузамкнутая застройка с разрывом по высоте

На рис. 2 представлены поля скоростей ветра на уровне 2 метров от земли (рост человека) для второго варианта – полузамкнутой 16-этажной застройки с разрывами между блок-секциями по всей высоте при двух направлениях ветра.

Согласно рис. 2а при западном направлении входящего ветрового потока на внутридворовой территории почти на всю ширину разрыва на площади до 20 % высокие скорости ветра от 5 до 5,6 м/с. На площади порядка 50 % скорости

ветра комфортные – от 2,17 до 4,46 м/с. Оставшиеся 30 % территории занимают потоки со скоростями от 1,6 до 2,17 м/с.

Согласно рис. 2б при юго-восточном направлении ветрового потока значительная часть территории порядка 50 % имеет повышенные от 5,03 до 5,6 м/с значения скоростей. Предположительно из-за значительного расстояния по диагонали основные вихревые потоки успевают оказать такое влияние на скорость ветра (рис. 3). На подветренной стороне на площади в 15 % сформирован участок застоя из-за пониженных скоростей ветровых

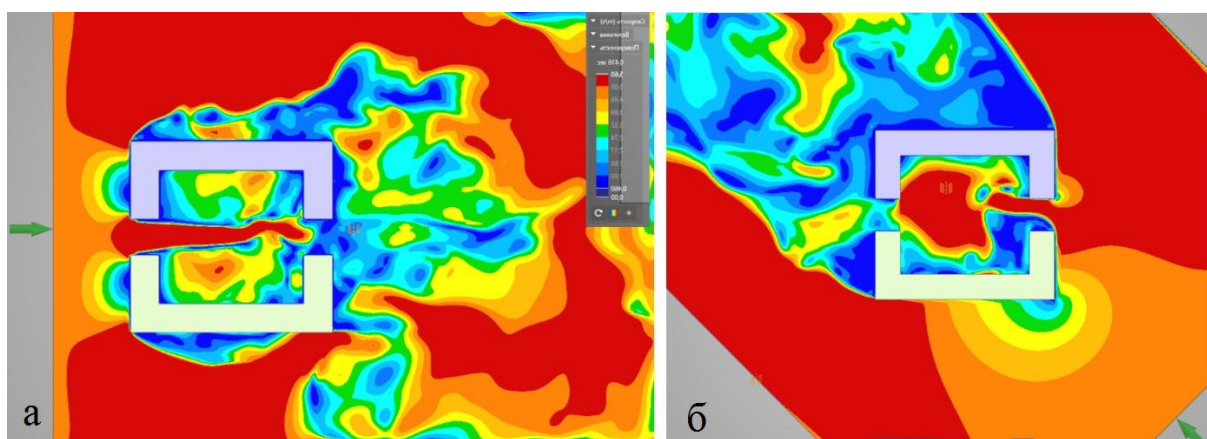


Рис. 2. Поле скоростей ветра застройки с разрывом по высоте: а) западный ветер (вдоль проемов); б) юго-восточный ветер (диагонально к компоновке)

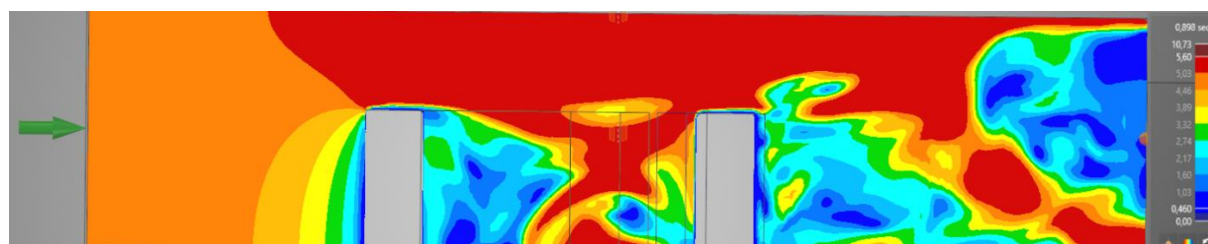


Рис. 3. Поле скоростей ветра в вертикальном разрезе по диагональной линии при юго-восточном ветре

потоков значением от 0,46 до 1,3 м/с. Оставшиеся 35 % территории занимают потоки со скоростями от 2,17 до 4,46 м/с.

3. Анализ результатов и рекомендации

Полученные данные наглядно продемонстрировали следующие тенденции:

- замкнутая застройка с точки зрения ветрового режима обуславливает наличие больших участков территории с пониженными скоростями ветра (до 85 % при западном направлении ветра вдоль арочного проема);
- арочный проем или разрыв формируют участки повышенных скоростей ветра (5 и 20 % соответственно при западном ветре), дискомфортные для человека;
- направление ветра вдоль арочных проемов менее благоприятно, чем под углом в 45 градусов (10 % комфортной территории двора против 65 %). При этом разница в случае разрыва в застройке на всю высоту менее заметна (50 % комфортной территории двора при западном ветре вдоль разрыва против 35 % при ветре под углом в 45 градусов).

Рекомендуется учитывать преобладающие направления ветра и их скорость при размещении арочных проемов или разрывов. Для участков около них необходимо предусматривать ветрозащитные мероприятия, предпочтительно деревья, кустарники и зеленые насаждения. В то же время на территориях, защищенных от ветра, стоит отказаться от размещения парковок и предусмотреть площадки для отдыха взрослых и игр детей разных возрастных групп.

Выводы

Оценка ветрового режима планировочных вариантов необходима для выбора оптимального размещения жилых зданий и благоустройства дворовой территории при проектировании микрорайонов. Современные программные комплексы типа Ansys Discovery Live позволяют в режиме реального времени отслеживать параметры моделирования воздушной среды на территории застройки, что упрощает эту задачу. А также это может считаться некоторым экспресс-тестом ветрового комфорта планируемой застройки.

Список литературы

1. Дуничкин И.В, Поддаева О.И., Чуринов П.С. Оценка биоклиматической комфортности городской застройки: учебное пособие. М.: Изд-во МГСУ, 2016. URL: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> (дата обращения 07.10.2024)
2. Руководство по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки / ЦНИИП градостроительства. М.: Стройиздат, 1986. 59 с.
3. Рекомендации по учету природно-климатических факторов в планировке, застройке и благоустройстве городов и групповых систем населенных мест. М.: ЦНИИП градостроительства, 1980. 139 с.
4. 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.
5. Вайсман А.А. Градостроительство и ветер. СПб.: Изд-во Буковского, 2000. 232 с.
6. Серебровский Ф.Л. Аэрация населенных мест. М.: Стройиздат, 1985. 172 с.
7. Пивкин В.М. Климатологические основы районной планировки и градостроительства в Сибири. Л.: Стройиздат., 1984. 260 с.
8. Математическое моделирование аэродинамики городской застройки / В.А. Гутников, В.Ю.Кирякин, И.К. Лифанов, А.Н. Сетуха. М.: Изд-во «ПАСЬВА», 2002. 244 с.
9. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. М.: Стройиздат, 1983. 136 с.
10. Реттер Э.И. Архитектурно-строительная аэродинамика. М.: Стройиздат, 1984. 294 с.
11. Поддаева О.И., Кубенин А.С., Чуринов П.С. Архитектурно-строительная аэродинамика: учебное пособие. 2-е изд. М.: МГСУ, 2017. 88 с.
12. Оленьков В.Д., Колмогорова А.О., Кожевников Д.В. Регулирование ветрового режима жилой застройки с целью улучшения микроклимата // Современные технологии в инженерных системах и городском хозяйстве: сб. материалов Национальной (всероссийской) науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 18–22 марта 2024 года. СПб.: С.-Петерб. гос. архит.-строит. ун-т, 2024. С. 202–210.
13. 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
14. Воробьева Ю.А., Михайлова Т.В., Бурак Е.Э. Цифровое моделирование ветровых потоков в жилой застройке // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2022. № 5. С. 33–40. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-5-33-40

References

1. Dunichkin I.V., Poddaeva O.I., Churin P.S. *Otsenka bioklimaticheskoy komfortnosti gorodskoy zastroyki: uchebnoe posobie* [Assessment of the bioclimatic comfort of urban development: textbook]. Moscow: MGSU Publ.; 2016. Available at: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> (accessed 7 October 2024). (in Russ.)
2. *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.)
3. *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.)
4. 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, MAKSPress, 2006. 160 p. (in Russ.)
5. Vaysman A.A. *Gradostroitel'stvo i veter* [Urban Planning and Wind]. St. Petersburg, Izdatel'stvo Bukovskogo Publ., 2000. 232 p. (in Russ.)
6. Serebrovskiy F.L. *Aeratsiya naselennykh mest* [Aeration of Residential Area]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1985. 172 p. (in Russ.)
7. Pivkin V.M. *Klimatologicheskie osnovy rayonnoy planirovki i gradostroitel'stva v Sibiri* [Climatological foundations of district planning and urban planning in Siberia]. Leningrad, Stroyizdat Publ., 1984. 260 p. (in Russ.)
8. Gutnikov V.A., Kiryakin V.Yu., Lifanov I.K., Setukha A.N. *Matematicheskoe modelirovanie aerodinamiki gorodskoy zastroyki* [Mathematical modeling of aerodynamics of urban development]. Moscow, PAS"VA Publ., 2002. 244 p. (in Russ.)
9. *SNiP 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.)
10. Retter E.I. *Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika* [Architectural and Construction Aerodynamics]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1984. 294 p. (in Russ.)
11. Poddaeva O.I., Kubenin A.S., Churin P.S. *Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika: uchebnoe posobie* [Architectural and construction aerodynamics: textbook]. 2nd ed. Moscow, MGSU, 2017. 88 p. (in Russ.)
12. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Kozhevnikov D.V. Regulating the wind regime of residential buildings to improve microclimate [Regulirovanie vetrovogo rezhima zhiloy zastroyki s cel'ju uluchsheniya mikroklimata]. In: *Sovremennye tekhnologii v inzhenernykh sistemakh i gorodskom khozyaystve: Sbornik materialov Natsional'noy (vserossiyskoy) nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 18–22 marta 2024 goda* [Modern Technologies in Engineering Systems and Urban Economy: Collection of Materials of the National (All-Russian) Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, March 18–22, 2024]. Saint Petersburg, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2024, pp. 202–210. (in Russ.)
13. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Zamula M.D. Consideration of wind conditions in the design of residential buildings [Uchet vetrovogo rezhima pri proektirovanii zhiloy zastroyki]. *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
14. Vorob'eva Yu.A., Mikhaylova T.V., Burak E.E. Digital simulation of wind flows in residential buildings [Tsifrovoe modelirovanie vetrovykh potokov v zhiloy zastroyke]. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova* [Bulletin of Belgorod State Technological University Named After V.G. Shukhov], 2022, no. 5, pp. 33–40. (in Russ.) DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-5-33-40

Информация об авторах:

Оленьков Валентин Данилович, доктор технических наук, доцент, 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

Кожевников Дмитрий Владимирович, аспирант кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; kdvd-174@mail.ru

Алеманов Алексей Викторович, аспирант кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; alemanov98@mail.ru

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

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

Aleksey V. Alemanov, Post-graduate student, Department of Town Planning, Engineering Networks and Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, alemanov98@mail.ru

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

Статья поступила в редакцию 07.10.2024; принята к публикации 11.10.2024.

The article was submitted 07.10.2024, approved after reviewing 11.10.2024.