

УЧЕТ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ПРИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В.Д. Оленьков

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Обсуждается важная роль экспериментальных исследований ветрового режима для градостроительного проектирования. Проведены исследования на основе данных по повторяемости направлений ветра в годовом и суточном ходе, вероятности и непрерывной продолжительности скоростей ветра различных градаций, повторяемости различных сочетаний направления и скорости ветра. Приведены результаты исследования ветрового режима городских территорий на различных стадиях градостроительного проектирования: генплан города и проект застройки. Построены карты и схемы аэрационного режима города Челябинска и строящегося жилого комплекса. Применение технологий компьютерного моделирования позволяет значительно упростить анализ ветрового режима и повысить обоснованность принимаемых проектных решений.

Ключевые слова: градостроительство, карта аэрационного режима, скорость ветра, поле давлений, зона турбулентности.

Одно из центральных мест в теории и практике градостроительства отводится проблемам планировки и проектирования крупных городов во взаимосвязи с поселениями, находящимися в их зоне влияния. Это связано с постоянно растущим уровнем урбанизации и, следовательно, развитием городских систем расселения. Факторы, обеспечивающие рост урбанизации (экономические, демографические, культурные, экологические и др.), вынуждают планировать городские территории с потенциалом расширения и наиболее рационального пути развития.

В современных мегалополисах наиболее остро стоит проблема загрязнения воздушного бассейна. Увеличение плотности застройки, связанное с активным ростом города, приводит к проблеме ухудшения проветривания жилых районов. В условиях города с высоким уровнем развития промышленности возникает также проблема загрязнения воздушного бассейна городских территорий, расположенных в непосредственной близости от предприятий, связанная с препятствованием эффективному проветриванию территории города. Все эти факторы существенно влияют на микроклиматические характеристики территорий, в частности, на ветровой и инсоляционные режимы [1].

Город Челябинск, являясь одним из крупнейших производителей металла в России, входит в число городов с наихудшей ситуацией по загрязнению воздуха. По данным Росстата, Челябинск занимает 9 место среди городов России по уровню загрязнения атмосферного воздуха. В экологическом рейтинге общественной организации «Зеленый патруль» по состоянию на зиму 2016–2017 г. Челябинская область находится на последнем, 85-м, месте среди субъектов РФ [2].

Одним из наиболее эффективных и рациональных методов решения данной проблемы является учет аэрационного режима при проектировании инфраструктуры города. Для этого необходимо точно прогнозировать и рассчитывать последствия принятых проектных решений на основе анализа природного и техногенного ландшафта.

Учет аэрационного режима необходим для решения ряда задач, в том числе:

- учет ветровых нагрузок на здания и сооружения;
- оценка территории с точки зрения пребывания человека вне зданий (комфорт, дискомфорт);
- защита от последствий пылевветровой и метелевой деятельности;
- определение степени дефляции почвы с различных участков рельефа (в первую очередь техногенного) при проведении работ по благоустройству и озеленению территории;
- размещение элементов благоустройства, озеленения, зон и площадок для детей, отдыха, спорта и т. д.

Исследование процесса обтекания ветровым потоком различных форм рельефа, а также процесса обтекания градостроительных объектов позволяет получить количественные характеристики этого процесса и на их основе разработать рекомендации по улучшению аэрационного режима городских территорий [3, 4].

Оценку ветрового режима эффективнее всего проводить на основе карт аэрационного режима. Карта аэрационного режима представляет собой совокупность участков, на которых определяется скорость и повторяемость ветра для рассматри-

ваемого направления. После построения карты производится градостроительная оценка климата, которая заключается в выявлении степени его комфортности и безопасности. Для этого проводится комплексная оценка, позволяющая учесть продолжительность основных биоклиматических типов погоды, и оценка градостроительных факторов климата, оказывающих наиболее глубокое и многостороннее воздействие на санитарно-гигиенические условия городской среды [4].

Результатом комплексной оценки погодных условий служит выявление повторяемости биоклиматических типов погоды, в зависимости от которых формулируются типологические градостроительные требования к планировке, застройке, озеленению города, определяющие основные принципы формирования планировочной структуры населенных мест.

Оценка ветрового режима проводится на основе данных по повторяемости направлений ветра в годовом и суточном ходе (розы ветров, преобладающий ветер), вероятности и непрерывной продолжительности скоростей ветра различных градаций, повторяемости различных сочетаний направления и скорости ветра с другими метеорологическими элементами, особенно с температурой воздуха. Для оценки климатических условий используют свод правил СП «Строительная климатология», климатический атлас России, данные ежедневных метеорологических наблюдений, имеющиеся в фондах Гидрометеослужбы РФ. Для оценки аэрационного режима с точки зрения комфортности возможно использование таблицы критических значений скоростей ветра, полученные в результате исследований в ЦНИИП градостроительства (в настоящее время ЦНИИП Минстроя РФ) [3, 4].

В результате сравнения скоростей ветра на карте аэрационного режима города с критериями комфортности по ветровому режиму, можно сделать вполне конкретные выводы о том, насколько территория соответствует или не соответствует критериям комфортности для человека. Соответственно, дается оценка условиям данной территории, как «комфортные», либо «дискомфортные» с точки зрения ветрового режима. При дискомфортных условиях рекомендуется ряд градостроительных мероприятий по снижению негативного фактора воздействия. В частности, Уральский регион по ветровому режиму можно оценить, как дискомфортный даже по естественным скоростям ветра, что говорит об актуальности более полного изучения ветрового режима уральских городов. Создание благоприятных микроклиматических условий для жизнедеятельности городских жителей является первостепенной задачей градостроительного проектирования с точки зрения оценки ветрового режима.

За основу методики составления карты аэрационного режима города были взяты исследова-

ния, проводимые в Челябинском политехническом институте (в настоящее время ЮУрГУ) под руководством профессора Ф.Л. Серебровского. С помощью этой методики возможен учёт ветровых характеристик при решении ряда задач на определенных стадиях градостроительного проектирования: при защите территорий от воздействий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (прогнозирование загрязнений); при проектировании промзон; при взаимном расположении промышленных предприятий относительно селитбы; при расчёте границ санитарно-защитных зон; при проектировании улично-дорожной сети города; при ведении открытых горных работ (проветривание карьеров, пылеперенос); при проектировании градостроительных объектов на нарушенных территориях; при размещении объектов здравоохранения, детских учреждений, санаториев- и курортов (зоны комфорта и дискомфорта); при решении вопросов благоустройства микрорайонов и внутриквартальной территории; при размещении ветроэнергетических установок и т. д. Карты аэрационного режима необходимы также для расчётов и построения карт атмосферных загрязнений, поскольку известно, что процесс атмосферной диффузии и перенос загрязняющих веществ в атмосфере крайне чувствителен к изменениям скорости ветра в пространстве воздушного бассейна [5, 6].

Для выявления аэрационного режима города Челябинска был построен ряд карт: при максимальных скоростях ветра в июле, при минимальных скоростях ветра в июле; при средних скоростях ветра в июле, при максимальных скоростях ветра в январе, при минимальных скоростях ветра в январе; при средних скоростях ветра в январе. На рис. 1 представлена карта аэрационного режима г. Челябинска при минимальных скоростях ветра в январе.

В соответствии с этой картой в неблагоприятную зону попадают несколько районов города. Внутри этой неблагоприятной зоны дополнительно отмечены зоны особо неблагоприятные – это участки жилой застройки, примыкающие к основным транспортным путям города. Остальные части застройки характеризуются с точки зрения аэрационного режима как зоны благоприятные и условно благоприятные.

В результате проведенных исследований были выявлены районы города с неблагоприятной обстановкой с точки зрения аэрационного режима и чистоты воздушного бассейна. В этих районах не рекомендуется дальнейшее уплотнение застройки, чтобы избежать дальнейшего ухудшения состояния воздушной среды и доведения ситуации до критической.

Для более точной оценки ветрового режима микрорайона или части городской застройки необходимо проведение экспериментальных исследований обтекания воздушным потоком жилой застройки. В настоящее время это можно выполнить

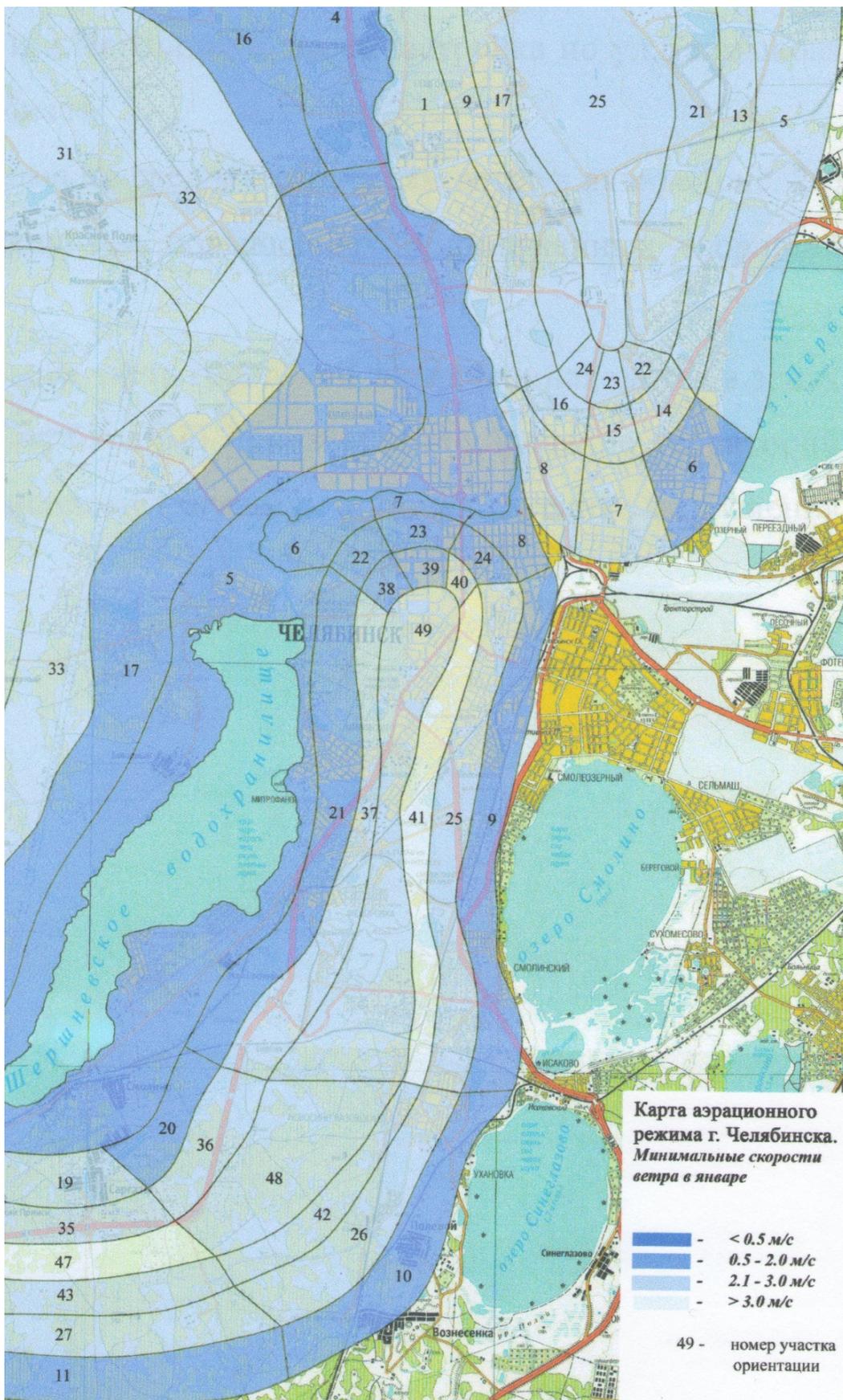


Рис. 1. Карта аэрационного режима при минимальных скоростях ветра в январе

с помощью программного комплекса ANSYS, моделирующего процессы обтекания ветром объектов застройки с расчетами скоростей ветра на определенной высоте, полей давлений на объекты жилой застройки, а также зон повышенной и пониженной турбулентности [7–10].

Такое исследование подобно экспериментальным методам исследования в аэродинамической трубе. Одной из основных и сложных задач в аэродинамических испытаниях является создание в аэродинамической трубе такого потока, который был бы подобен ветру в натуральных условиях. Программное моделирование исключает человеческий фактор при проведении компьютерного эксперимента, так как задается рельеф местности, все параметры зданий жилой застройки и ветровые характеристики для выбранных направлений, а также для определенного периода и времени года. Достаточное количество исследователей вели работу по изучению процессов обтекания при выполнении экспериментов в аэродинамической трубе (Э.И. Реттер, Ф.Л. Серебровский, С.М. Горлин, И.М. Зражеский и др.). Одним из важнейших факторов, непосредственно влияющих на качество эксперимента, является соблюдение геометрического, кинематического и динамических подобий [5–7].

Для исследования был выбран строящийся жилой комплекс, состоящий из четырех микрорайонов. Испытание 3D-модели данного квартала в ПК ANSYS позволило установить качественную и количественную картины обтекания жилой застройки воздушным потоком.

Для эксперимента были выбраны наиболее повторяемые скорости ветра по СНиП 2.01.01-82 для летнего и зимнего периода соответственно: летний период западный ветер ($U=3,9$ м/с, $P=12\%$) [11].

На рис. 2 представлено распределение потоков воздуха в виде линий тока и их скорость при западном ветре $U = 3,9$ м/с. Анализируя несколько воздушные потоки встречаются преграды на пути, можно определить достаточно точно участки как хорошо проветриваемые, так и участки, где существует опасность застоя воздушных масс. Это крайне неблагоприятно может сказаться на состоянии воздуха внутри дворов, так, например, квартал № 33а находится с наветренной стороны по отношению к городской магистрали, с которой значительная часть выхлопных газов от движущегося по улице автотранспорта может проникать внутрь микрорайона (при западном ветре), и, что еще хуже, застаиваться внутри дворовых территорий [12, 13].

На рис. 3 показана схема зон повышенной и пониженной турбулентности (красным цветом). Это зоны образования завихрений воздушного потока и, судя по схеме, таких зон в исследуемых кварталах незначительное количество. Поля давлений на здания жилой застройки от воздействия ветрового потока изображены на рис. 4, давление на участки зданий, судя по схеме, не превышает 16 Па, что также не является значительным. Поля давлений представляют в данном случае интерес с точки зрения определения мест на площади здания, где сопротивление ветрового потока достигает максимальных значений.

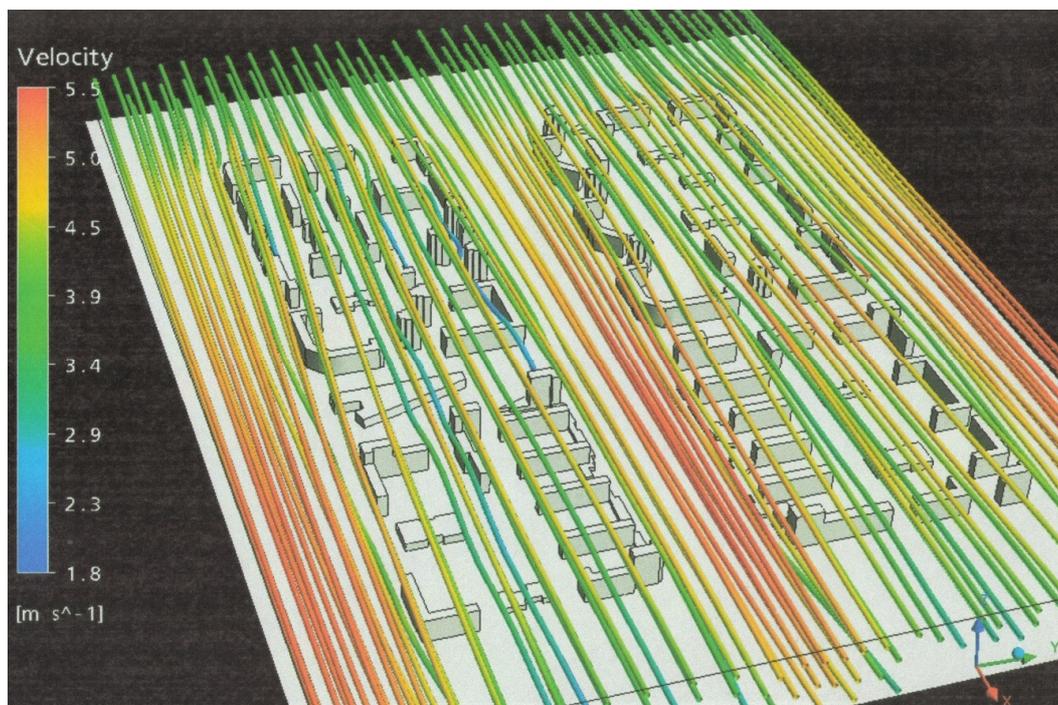
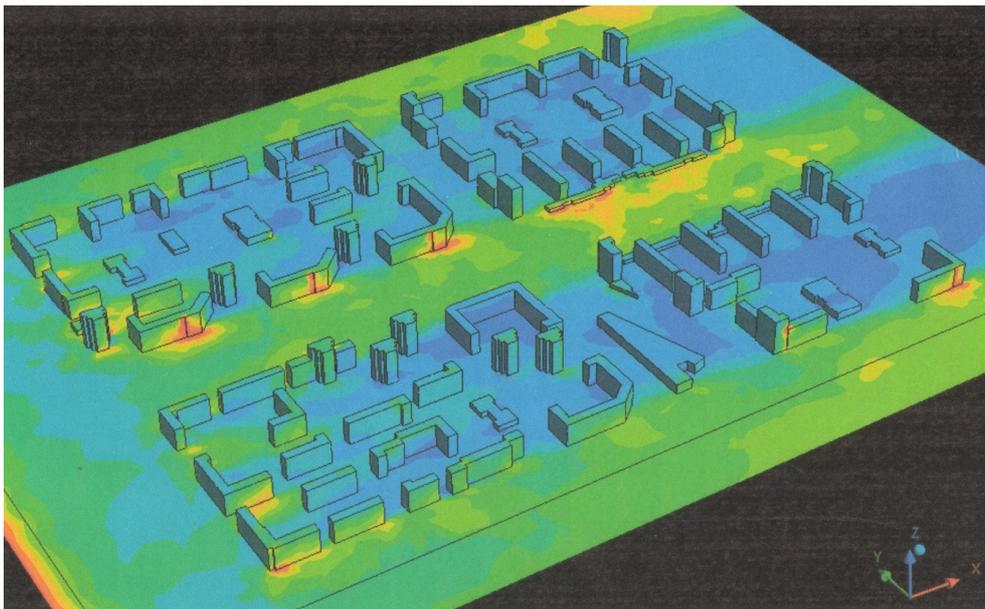
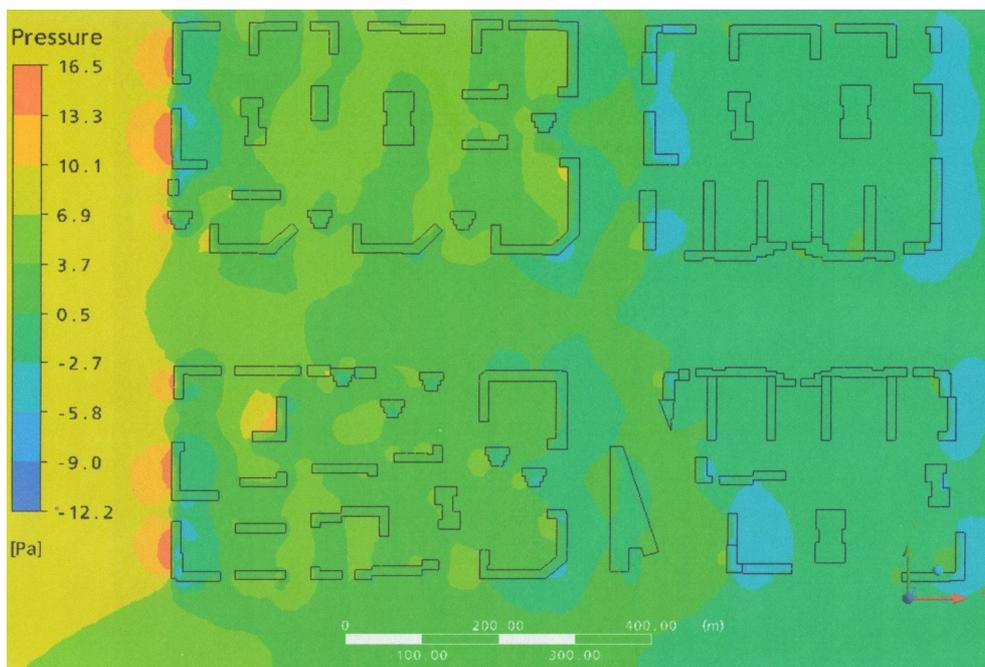


Рис. 2. Распределение потоков воздуха и их скорость при западном ветре ($U = 3,9$ м/с)

Рис. 3. Схема зон повышенной и пониженной турбулентности при западном ветре ($U = 3,9$ м/с)Рис. 4. Схема полей давления от воздействия западного ветра ($U = 3,9$ м/с)

Результаты исследований аэрационного режима городской застройки могут быть использованы в процессе градостроительного проектирования на разных его стадиях с целью большей обоснованности принимаемых проектных решений и оздоровления городской среды.

Литература

1. Серебровский, Ф.Л. Аэрация жилой застройки / Ф.Л.Серебровский. – М.: Стройиздат, 1971. – 112 с.

2. Экологический рейтинг субъектов РФ // Зеленый патруль. – <http://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga/ekologicheskij-reyting-subektov-rf?tid=295> (дата обращения: 12.04.2017).

3. Руководство по составлению раздела «Охрана природы и улучшение окружающей среды градостроительными средствами» в проектах планировки и застройки городов, поселков и сельских населенных пунктов / ЦНИИГрадостроительства. – М.: Стройиздат, 1982. – 52 с.

4. Обеспечение экологической безопасности городов с учетом аэрационного режима воздуха /

И.С. Шукуров, В.Д. Оленьков, В. Пайкан, Р.М. Аманов // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. – 2017. – № 5. – С. 41–44.

5. Реттер, Э.И. *Архитектурно-строительная аэродинамика* / Э.И. Реттер // М.: Стройиздат, 1984. – 294 с.

6. Серебровский, Ф.Л. *Аэрация населенных мест* / Ф.Л.Серебровский. – М.: Стройиздат, 1985. – 172 с.

7. Горлин, С.М. *Экспериментальная аэромеханика* / С.М. Горлин. – М.: Высш. шк., 1970. – 423 с.

8. Seyyed Hossein Hosseini. *Investigation of dissipation flow in the urban canyon* / Seyyed Hossein Hosseini, Amir Hosein Peyman Rad, Eslam Kashi // *Advances in Environmental Technology*. – 2015. – № 3.

9. Jae-Jin Kim. *Effects of Street-Bottom and Building-Roof Heating on Flow in Three-Dimensional Street Canyons* / Jae-Jin Kim, Jong-Jin Baik //

Advances in atmospheric sciences. – 2010. – № 3. – P. 513–527.

10. Jae-Jin Kim. *A numerical study of the effects of ambient wind direction on flow and dispersion in urban street canyons using the RNG k-ε turbulence model* / Jae-Jin Kim, Jong-Jin Baik // *Atmospheric Environment*. – 2014. – № 38. – С. 3039–3048.

11. СНиП 2.01.01-82. *Строительная климатология и геофизика*. – М.: Стройиздат, 1983. – 136 с.

12. Балакин, В.В. *Регулирование аэрационного режима уличных каньонов приемами планировки и застройки* / В.В. Балакин // *Вестник МГСУ*. – 2014. – № 5.

13. *Математическое моделирование аэродинамики городской застройки* / В.А. Гутников, В.Ю. Кирякин, И.К. Лифанов, А.Н. Сетуха. – М.: Изд-во «Пасъва», 2002. – 244 с.

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

Поступила в редакцию 5 октября 2017 г.

DOI: 10.14529/build170403

ACCOUNTING FOR WIND REGIME OF AN URBAN DEVELOPMENT IN TOWN PLANNING WITH THE USE OF COMPUTER SIMULATION TECHNOLOGIES

V.D. Olenkov, olenkovvd@susu.ru, centernasledie@mail.ru
South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

This paper describes an important role of experimental studying of wind regime for town planning. Research has been performed based on data on wind direction recurrence in yearly and diurnal variations, on the probability and continuous duration of wind speed of various gradations, on recurrence of different combinations of wind direction and speed. The results are given on studying of the wind regime in urban areas at various stages of town planning: town master layout and design of development. Maps and schemes have been drawn on the aeration regime Chelyabinsk and a residential complex under construction. Using computer simulation technologies allows to significantly simplify analyzing of the wind regime and improve substantiation of the accepted design solutions.

Keywords: town planning, aeration regime map, wind speed, pressure field, turbulence zone.

References

1. Serebrovskiy F.L. *Aeratsiya zhiloy zastroyki* [Aeration of Residential Area]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1971. 112 p.
2. *Ekologicheskii reyting sub"ektov RF. Zelenyy patrol'* [Ecological Rating of Subjects of the Russian Federation. Green Patrol]. Available at: <http://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshego-reytinga/ekologicheskii-reyting-subektov-rf?tid=295> (accessed: 12.04.2017).
3. *Rukovodstvo po sostavleniyu razdela «Okhrana prirody i uluchshenie okruzhayushchey sredy gradostroitel'nymi sredstvami» v proektakh planirovki i zastroyki gorodov, poselkov i sel'skikh naseleennykh punktov* [Guidance on the Compilation of the Section "Conservation of Nature and Improvement of the Environment by Town Planning Means" in Planning And Building Projects for Cities, Towns and Rural Settlements]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1982. 52 p.
4. Shukurov I.S., Olen'kov V.D., Paykan V., Amanov R.M. [Ensuring the Environmental Safety of Cities, Taking into Account the Aeration Use of Air]. *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova*, 2017, no. 5, pp. 41–44 (in Russ.).
5. Retter E.I. *Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika* [Architectural and Construction Aerodynamics]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1984. 294 p.
6. Serebrovskiy F.L. *Aeratsiya naseleennykh mest* [Aeration of Populated Areas]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1985. 172 p.
7. Gorlin S.M. *Ekspериментальная аэромеханика* [Experimental Aeromechanics]. Moscow, High School Publ., 1970. 423 p.
8. Seyyed Hossein Hosseini, Amir Hosein Peyman Rad, Eslam Kashi [Investigation of Dissipation Flow in the Urban Canyon]. *Advances in Environmental Technology*, 2015, no.3.
9. Jae-Jin Kim, Jong-Jin Baik. [Effects of Street-Bottom and Building-Roof Heating on Flow in Three-Dimensional Street Canyons]. *Advances In Atmospheric Sciences*, 2010, no. 3, pp. 513–527.
10. Jae-Jin Kim, Jong-Jin Baik [A numerical study of the effects of ambient wind direction on flow and dispersion in urban street canyons using the RNG k- ϵ turbulence model]. *Atmospheric Environment*, 2014, no. 38, pp. 3039–3048.
11. SNiP 2.01.01-82. *Stroitel'naya klimatologiya i geofizika* [Building Climatology and Geophysics]. Moscow, Standartinform Publ., 1983, 136 p.
12. Balakin V.V. [Regulation of Aeration Mode of Street Canyons with Planning and Building Methods]. *Vestnik MGSU*, 2014, no. 5, pp. 108–118 (in Russ.).
13. Gutnikov V.A., Kiryakin V.Yu., Lifanov I.K., Setukha A.N. *Matematicheskoe modelirovanie aerodinamiki gorodskoy zastroyki* [Mathematical Modeling of Urban Aerodynamics]. Moscow, Izd-vo «Pas'va» Publ., 2002. 244 p.

Received 5 October 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Оленьков, В.Д. Учет ветрового режима городской застройки при градостроительном планировании с использованием технологий компьютерного моделирования / В.Д. Оленьков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 21–27. DOI: 10.14529/build170403

FOR CITATION

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, vol. 17, no. 4, pp. 21–27. (in Russ.). DOI: 10.14529/build170403