

Е. Е. Дюзечкин^{1}, Т. И. Балтыжакова¹*

Применение параметрического моделирования в градостроительстве – расчет ветровых потоков переулка Каранин

¹ Санкт-Петербургский горный университет (СПГУ), г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация
* e-mail: duzha11@mail.ru

Аннотация. Параметрическое моделирование получило свое развитие благодаря архитектуре и сейчас активно применяется для проектирования сложных форм, но довольно ограниченно используется в прочих сферах. В статье описываются наиболее известные архитектурные решения, полученные благодаря параметрическому моделированию, актуальные на момент написания статьи инструменты и программные продукты параметрического моделирования, а также возможности их применения в градостроительстве и организации территории жилых кварталов. В качестве доказательства актуальности использования параметрического моделирования был проведен расчет ветровых потоков для нового жилого комплекса в одном из районов Санкт-Петербурга. Полученные модели ветровых потоков показывают негативное влияние новых зданий на существующее пространство, а также возможные пути и способы минимизации подобного влияния на этапе проекта.

Ключевые слова: параметрическое моделирование, ветровые потоки, градостроительство, оптимизация окружающей среды, устойчивое развитие

Е. Е. Dyuzhechkin^{1}, Т. И. Baltyzhakova¹*

Application of parametric modeling in urban planning – wind flow calculation of Karanin alley

¹ Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russian Federation
* e-mail: duzha11@mail.ru

Abstract. Parametric modeling has developed thanks to architecture and is now actively used to create buildings with complex shapes, but at the moment it is not yet widespread in urban planning practice. The article describes the most famous architectural solutions obtained through parametric modeling, tools and software products of parametric modeling that are relevant at the time of writing, as well as the possibilities of their application in urban planning and organization of the territory of residential areas. As a proof of the relevance of parametric modeling the calculation of wind currents on one of the alleys of St. Petersburg with new buildings was carried out. The resulting wind flow models show the negative impact of new buildings on the existing space, as well as possible ways and means to minimise such impact during the design phase.

Keywords: parametric modeling, wind flows, urban planning, environmental optimization, sustainable development

Введение

Современное проектирование все чаще опирается на новые технологические подходы к созданию форм объектов. Так, все более широкое распространение получает параметрическое моделирование, применение которого в архитектуре поз-

воляет быстро создавать сложные формы и конструкции, а также осуществлять расчеты для оптимизации и максимальной эффективности использования света и воздуха, безопасности и устойчивости будущего здания [1, 2].

В качестве наиболее известных примеров использования параметрического моделирования в архитектуре можно назвать следующие проекты:

- музей Гуггенхайма в Бильбао, при проектировании которого архитектор Фрэнк Гери использовал программное обеспечение CATIA для разработки сложной формы здания, которое было выполнено из металла и стекла;
- школа в Сингапуре от архитектурного бюро WOHA, которая была спроектирована с помощью программного обеспечения Grasshopper, что позволило оперативно изменять форму и размеры здания для проверки его прочности и устойчивости.

Существующие программные продукты позволяют перейти от проектирования отдельных зданий на следующий уровень, а именно: к моделированию жилых кварталов, микрорайонов, а при достаточной вычислительной мощности и городов. Такой масштаб способствует переносу технологии параметрического моделирования из области локальных, единичных объектов к области многофункционального использования в городском планировании и позволяет комплексно оценить параметры застройки [3].

Методы и материалы

Наиболее очевидными способами применения параметрического моделирования в градостроительстве являются [4, 5]:

- моделирование и визуализация городского окружения;
- моделирование, оценка параметров рельефа и проектирование поверхности земли;
- решение задач, связанных с поиском кратчайших путей;
- оценка инсоляции и затенения пространства существующих и проектируемых объектов;
- расчет ветровых потоков с учетом застройки;
- расчет распространения поверхностных вод по городской территории.

Используя подобный инструментарий, застройщики могут не только прогнозировать возможные негативные последствия от новых объектов на жизни и здоровье граждан, но и уменьшать их, проводя десятки расчетов, с различными вариантами формы и конфигурации будущих зданий, для поиска оптимального варианта в соответствии с экономическими и социальными факторами [6, 7].

В проведенном исследовании для оценки комфортности городской среды осуществлялось моделирование ветровых потоков на территории Невского района Санкт-Петербурга в районе переулка Каранин, где был недавно построен новый жилой комплекс. На рис. 1 представлено расположение переулка Каранин на карте.

Исходные данные для моделирования городского пространства были взяты из интернет-сервиса OpenStreetMap. Так как при расчете ветровых потоков важным

фактором является высота существующих зданий, данный параметр был проверен и дополнен для каждого здания в выбранном диапазоне [8].

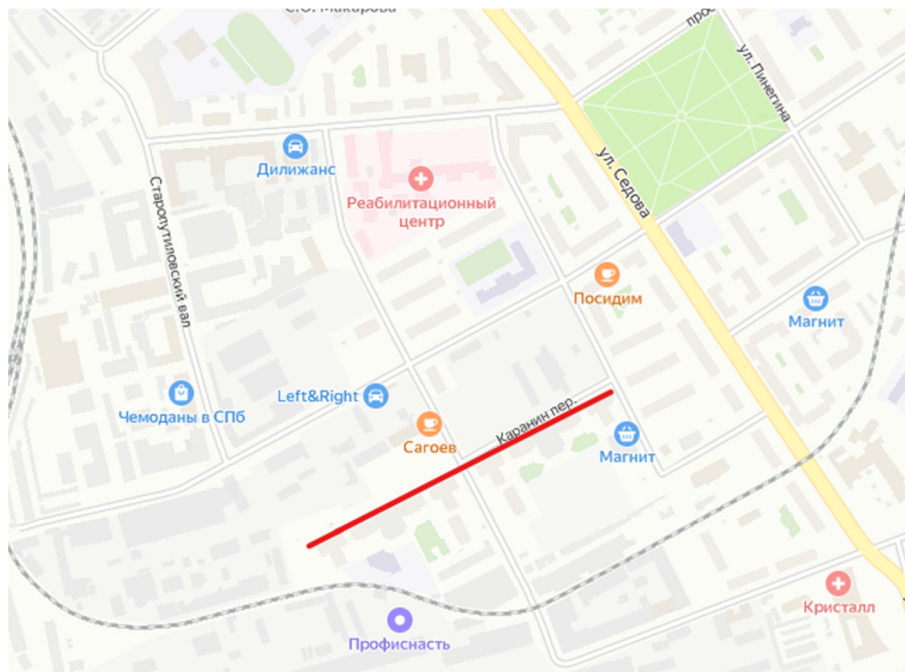


Рис. 1. Каранин переулок на карте

Для моделирования был выбран программный продукт Rhino 7, который является наиболее распространённым на рынке параметрического моделирования благодаря широкому функционалу с возможностью его дополнения, с дополнительным модулем Grasshopper, который тоже в свою очередь имеет различные дополнительные модули.

В качестве первого этапа расчета ветровых потоков необходимо смоделировать рельеф территории, так как именно он в первую очередь будет определять движение воздуха. Моделирование рельефа исследуемой территории выполнялось с помощью плагина Hergon, на основании открытых цифровых моделей рельефа.

На втором этапе используется модель Eddy3D, представляющий собой библиотеку вычислительной гидродинамики (CFD), которая используется для моделирования и анализа течений жидкостей и газов в различных инженерных приложениях. Расчет производится с учетом преобладающего направления ветра, которое для рассматриваемой территории является Западным и Юго-Западным.

Результаты

Результаты вычислений представляют собой вектора на плоскости вдоль всего переулка. В соответствии с силой ветра на участке, вектор окрашивается в цвета от синего – минимальная сила ветра, до красного – максимальная сила ветра.

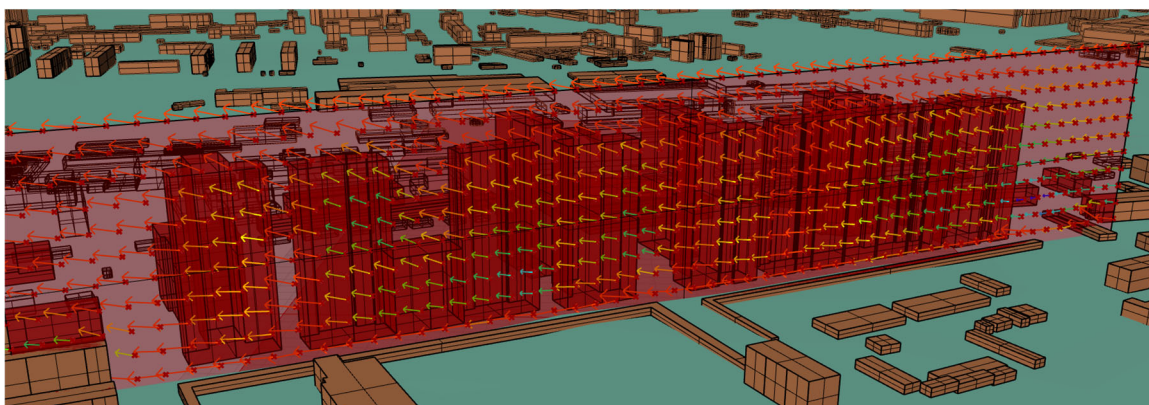


Рис. 2. Результат параметрического моделирования ветровых потоков переулка Каранин

Анализируя результаты (рис. 2), особое внимание стоит уделить слою, расположенному ближе к земле, на уровне 1–2 метра, так как это примерная высота, на которой передвигаются пешеходы, а значит и сила ветра влияет на комфортность их пребывания на рассматриваемой территории. Красные вектора в этом районе свидетельствуют о максимальной силе ветра.

Для определения наиболее оптимального расположения зданий, минимально усиливающего ветровую нагрузку, было проведено повторное моделирование ветровых потоков с изменением расположения новых зданий, но с сохранением занимаемой ими площади, а также участков, выделенных под застройку. При этом для снижения силы ветра и создания дополнительных препятствий, также было смоделировано озеленение, представленное рядом деревьев красного цвета.

Результаты расчетов (рис.3), как и в прошлый раз представляют собой вектора на плоскости вдоль переулка (расположение плоскости векторов не изменялось). В данном случае вектора на уровне человеческого роста окрашены в желтые и оранжевые цвета, что свидетельствует о качественном снижении силы ветра на территории.

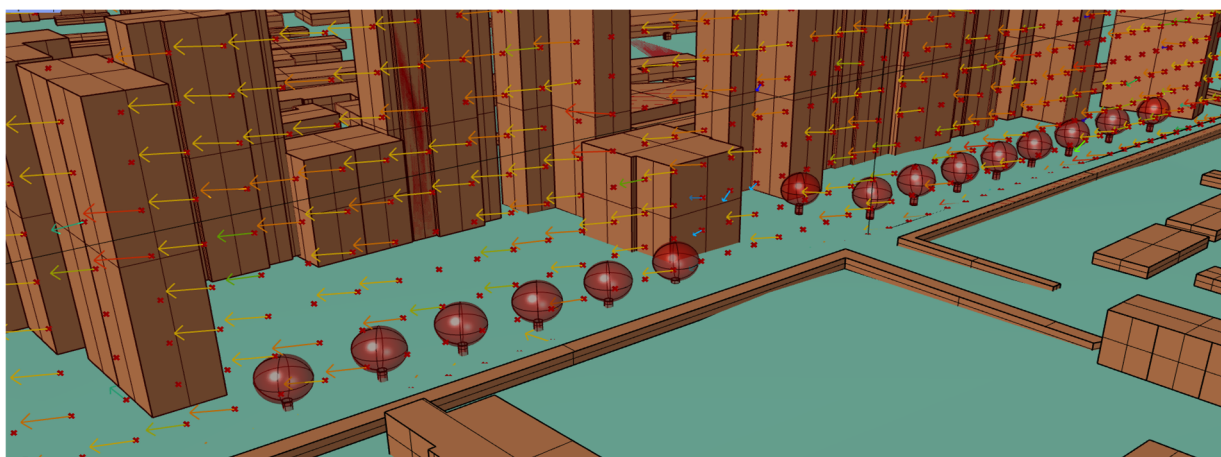


Рис. 3. Результат параметрического моделирования ветровых потоков переулка Каранин с измененным местоположением зданий и озеленением

Обсуждение

Результаты, полученные в результате первого моделирования (рис.2) обусловлены, как уже сложившимся ландшафтом местности, так и новым жилым комплексом, который явно выделяется на фоне преобладающей в районе среднеэтажной застройки. Полученные результаты позволяют говорить о том, что строительство жилого комплекса ухудшило качество городской среды. При этом стоит отметить, что появление подобного негативного влияния можно было предусмотреть еще на этапе проектирования, до начала строительства [9].

Простое изменение местоположения объектов на территории, а также озеленение, представленное одним рядом деревьев, позволило бы значительно снизить силу ветра на наиболее проходимом участке в данном районе.

Заключение

По результатам проделанной работы видно, что, использование базовых инструментов параметрического моделирования, еще на этапе проекта позволит увидеть недостатки и степень приспособленности новых зданий к сложившейся городской инфраструктуре.

Несмотря на то, что данные технологии позволяют лишь косвенно влиять на уже сформированные территории, при разработке проектов развития новых территории или изменении существующих они способны внести ощутимый вклад в качество жизни людей.

Возможно, «застройщикам» стоит применять технологии параметрического моделирования: ветровых потоков, инсоляции, затенения зданий, стока поверхностных вод и т.д. для минимизации негативного воздействия на уже сложившиеся территории, а также на вновь формируемые.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. H.S. Dantas, J.M.M.S. Sousa, H.C. Melo, The importance of city information modeling (CIM) for cities' sustainability, in: IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., Institute of Physics Publishing, 2019, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012074>.
2. Kolarevic, B. Architecture in the Digital Age Design and Manufacturing; Taylor & Francis: New York, NY, USA; London, UK, 2005
3. Gu, N.; Yu, R.; Behbahani, P.A. Parametric Design: Theoretical Development and Algorithmic Foundation for Design Generation in Architecture. In Handbook of the Mathematics of the Arts and Sciences; Springer: Cambridge, UK, 2018.
4. Baltyzhakova, T. Spatial analysis of subway passenger traffic in Saint Petersburg / T. Baltyzhakova, A. Romanchikov // Geodesy and Cartography (Vilnius). – 2021. – Vol. 47, No. 1. – P. 10-20. – DOI 10.3846/gac.2021.11980.
5. Baltyzhakova, T. I. Analysis of urban territory in terms of accessibility to social objects / T. I. Baltyzhakova, E. S. Bryzhataya // Journal of Physics: Conference Series : International Conference "Information Technologies in Business and Industry" - 2 - Mathematical Simulation and Computer Data Analysis, Novosibirsk, 13–15 февраля 2019 года. Vol. 1333, 3. – Novosibirsk: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 032005. – DOI 10.1088/1742-6596/1333/3/032005. – EDN UCPVPT.
6. Leach, N. Digital Cities AD: Architectural Design; Wiley & Sons: London, UK, 2009.

7. Ковязин , В. Ф., & Романчиков , А. Ю. (2018). Проблема кадастровой оценки лесных земель с учетом инфраструктуры лесного фонда. Записки Горного института, 229, 98. <https://doi.org/10.25515/pmi.2018.1.98>

8. Балтыжакова, Т. И. Применение геоинформационных систем и технологий информационного моделирования здания в кадастре и планировании территорий / Т. И. Балтыжакова, Н. Г. Томская // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2019 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 28-33. – EDN JZNCDU.

9. Лепихина, О. Ю. Перспективы применения методов машинного обучения в кадастровой оценке недвижимости / О. Ю. Лепихина, Т. И. Балтыжакова, И. И. Рагузин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2020. – № 1. – С. 48-50. – EDN MKPQMT.

© *Е. Е. Дюжечкин, Т. И. Балтыжакова, 2024*