

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №5, Том 11 / 2019, No 5, Vol 11 <https://esj.today/issue-5-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/75SAVN519.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Братошевская В.В., Устов Е.Б. Влияние аэродинамических параметров на композиционные решения высотных зданий // Вестник Евразийской науки, 2019 №5, <https://esj.today/PDF/75SAVN519.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Bratoshevskaya V.V., Ustov E.B. (2019). The influence of aerodynamic parameters on the compositional solutions of high-rise buildings. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 5(11). Available at: <https://esj.today/PDF/75SAVN519.pdf> (in Russian)

УДК 69.032.2

**Братошевская Виолетта Витальевна**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», Краснодар, России  
Профессор  
Кандидат технических наук  
E-mail: [violetta-architector@yandex.ru](mailto:violetta-architector@yandex.ru)

**Устов Ерстэм Бесланович**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», Краснодар, России  
Магистрант  
Бакалавр  
E-mail: [erstemiche@mail.ru](mailto:erstemiche@mail.ru)

## **Влияние аэродинамических параметров на композиционные решения высотных зданий**

**Аннотация.** Исследовано влияние скорости и направления ветра на высотные здания в зависимости от их формы и ориентации на местности, расположенных в различных ветровых районах региона. Определены зависимости между показателями высоты и формы зданий и скорости ветра. В практике эксплуатации высотных зданий известно, что большое влияние имеют разные факторы и не только архитектурные, конструкторские, но также природно-климатические в данном районе строительства: ветровой режим, солнечная радиация, температурно-влажностные условия, сеймика и др. Высота и формы зданий в свою очередь также зависят от многих природных факторов, влияющих на устойчивость зданий и комфортное пребывание в них. Показано также влияние места расположения объектов строительства от рельефа местности, особенно в горных и предгорных районах Краснодарского края и Республики Адыгея. Приведены экспериментальные данные влияния на показатели ветровых потоков. Исследовано влияние на интенсивность аэродинамического воздействия на здания всех исследованных форм оказывает ветровой режим места расположения населенного пункта. В настоящей работе проводились исследования на моделях влияния ветрового воздействия на здания разной формы в плане и разной высоты (до 100 м) в населенных пунктах, расположенных в разных ветровых районах. Исследования проводились на моделях высотных зданий в крупных городах, расположенных в разных ветровых районах – в г. Краснодаре с преобладанием северо-восточных и в Новороссийске – северо-западных ветров. При исследовании характера воздействия воздушных потоков на модели объектов учитывались данные цикличности воздушных пучков и карт давления на элементы моделей.

**Ключевые слова:** высотные здания; формообразование; ветровая нагрузка; факторный анализ; рельеф местности; воздушный поток

В последнее время в нашей стране и за рубежом наблюдается тенденция интенсивного строительства высотных зданий. Увеличение их высоты приводит к усложнению архитектурных и конструктивных решений. Появляются здания необычных форм, в том числе с криволинейными поверхностями фасадов. При вертикальном зонировании таких зданий достаточно широкое применение находят атриумы, которые вначале возводились в основном внутри торговых центров, затем – в гостиницах, административных и других зданиях [1]. Атриумные пространства могут образовываться в зданиях сложных в плане конфигурациях. Все это приводит к уходу от простых геометрических объемно-пространственных решений и повышению выразительности объектов. Однако и высота, и необычные формы фасадов требуют учета многих влияющих на устойчивость зданий и комфортное пребывание в них [2]. Важнейших из таких факторов является аэрационный режим.

Учет аэрационного режима в жилой застройке необходим для регулирования температурно-влажностного режима, загазованности и запыленности воздуха, обоснования плотности жилого фонда, эффективности использования территории города и др. [3] Для определения взаимосвязи аэрационного режима с объектами городской среды, физико-техническими факторами, формирующими климат на всех уровнях, необходимо представить схему их взаимодействия как основу качества жизненного пространства человека. Границами аэрационного режима при развитии городской застройки является микроклимат урбанизированных городских территорий.

Как показал анализ современных отечественных и зарубежных теоретических и экспериментальных исследований, существующие нормативные документы и методы не в полной мере отражают специфику ветровых воздействий на высотные здания и их комплексы, прежде всего, в условиях их компактного расположения и интерференции и, поэтому, нуждаются в уточнении и развитии.

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

Для более точной оценки ветрового режима микрорайона или части городской застройки необходимо проведение экспериментальных исследований обтекания воздушным потоком городской застройки. В настоящее время это можно выполнить с помощью программного комплекса Flow Design, который моделирует процессы обтеканий ветром объектов застройки с расчетом скоростей ветра на определенной высоте, полей давления на объекты застройки, а также зон повышенной и пониженной турбулентности.

Проведение такого моделирования аналогично проведению экспериментальных методов исследования в аэродинамической трубе.

Сокращение свободных территорий под строительство в Краснодаре и для других крупных городах Краснодарского края приводит к необходимости строить высотные здания. Аэродинамический режим обтекания высотного здания характеризуется повышенным давлением ветра. Если для малоэтажных ветровое давление принято считать равномерно действующим на все здания по высоте, то для высотных зданий при расчете ветровых нагрузок и тепловых потерь необходимо учитывать рост скорости ветра по высоте [5].

Повышенная высота здания определяет процесс обтекания его ветром.

Известно, что высотные здания при точечной застройке резко изменяют воздушные потоки на прилегающие территории, что вызывает ряд негативных явлений. Появляются зоны повышенных скоростей ветра на уровне пешеходов, избыточных давлений на верхних этажах зданий, низкочастотных колебаний и пр. Высокие скорости ветра вокруг многоэтажного

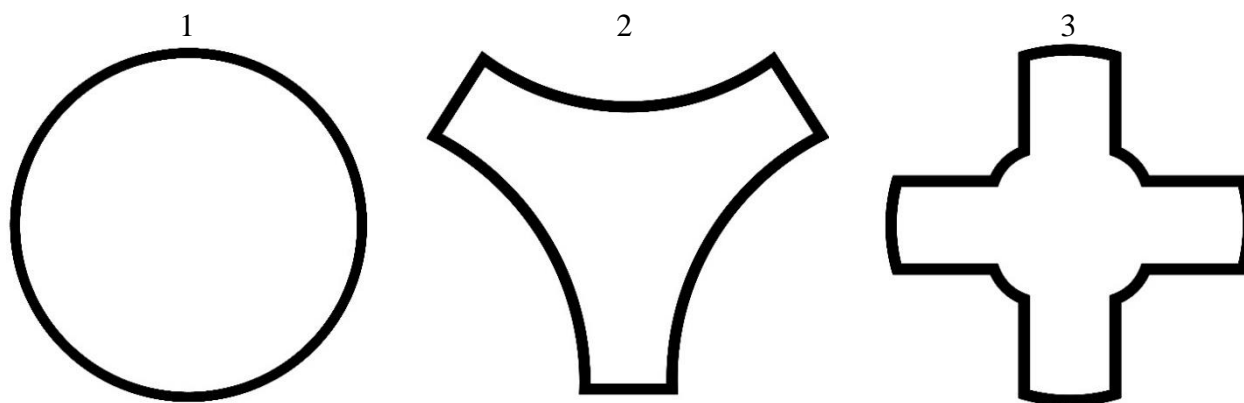
здания, особенно при низких температурах, в некоторых случаях являются опасными и неблагоприятно воздействует на организм человека [6]. На верхних этажах здания возникают некомфортные условия из-за теплопотерь, вызванных инфильтрацией воздуха через ограждающие конструкции [7].

В практике эксплуатации высотных зданий известно, что большое влияние имеют разные факторы и не только архитектурные, конструкторские, но также природно-климатические в данном районе строительства: ветровой режим, солнечная радиация, температурно-влажностные условия, сейсмика и др. [8] Характер ветрового воздействия ветровое воздействие, в свою очередь, зависит от рельефа местности, формы зданий, их месторасположения и др. Для уменьшения негативного воздействия ветровых нагрузок появились здания с округлыми, овальными формами, со скругленными углами, волнообразные и другими сложными объемно-пространственными решениями [9].

В настоящей работе проводились исследования на моделях влияния ветрового воздействия на здания разной формы в плане и разной высоты (до 100 м) в населенных пунктах, расположенных в разных ветровых районах.

Анализируя климатические факторы, влияющие на размещение жилых и общественных зданий, можно с уверенностью констатировать, что при соответствующей ориентации проектируемых объектов на местности основными факторами влияния является аэродинамические параметры (ветер) и солнечная радиация [10].

Для анализа ветрового воздействия на объекты были выбраны разнообразные формы зданий в плане – цилиндрическая, трехлепестковая и крестообразная (рис. 1).



**Рисунок 1.** Модели высотных зданий:

*1 – цилиндр, 2 – трехлепестковая, 3 – крестообразная (разработано автором)*

Построение моделей выполнено в программе «Archicad», а программа «Autodesk Flow Design» применялась для моделирования воздушных потоков вокруг и внутри концептов архитектурных или инженерных моделей.

Исследования проводились на моделях высотных зданий, расположенных в разных ветровых районах – в г. Краснодаре с преобладанием северо-восточных и в Новороссийске – северо-западных ветров.

При исследовании характера воздействия воздушных потоков на модели объектов учитывались данные цикличности воздушных пучков и карт давления на элементы моделей. Скорость ветра принимаемая равной среднемесячным показателям, в ходе эксперимента увеличивалась до средней и далее максимального значения – для г. Краснодара – 3,6 м/с, для Новороссийска – 10,1 м/с.

Результаты экспериментальных исследований приведены в таблицах 1–2 и на рисунках 1–2, где показаны изменения давления ветрового потока для разных форм высотных зданий в зависимости от скорости ветра. Приведенные на графиках зависимости подтверждают, что ветровое воздействие в значительной мере меняется в зависимости от формы здания и его высоты. Так, с увеличением высоты зданий наблюдается снижение ветрового давления для зданий цилиндрической формы, в то время как для зданий других форм (формы 2 и 3) наблюдается его увеличение (рисунки 2 и 3).

По мере увеличения высоты зданий моделей 2 и 3 влияние ветрового давления увеличивается и имеет более сложную картину.

**Таблица 1**  
**Зависимость давления ветрового потока от высоты здания для г. Краснодара**

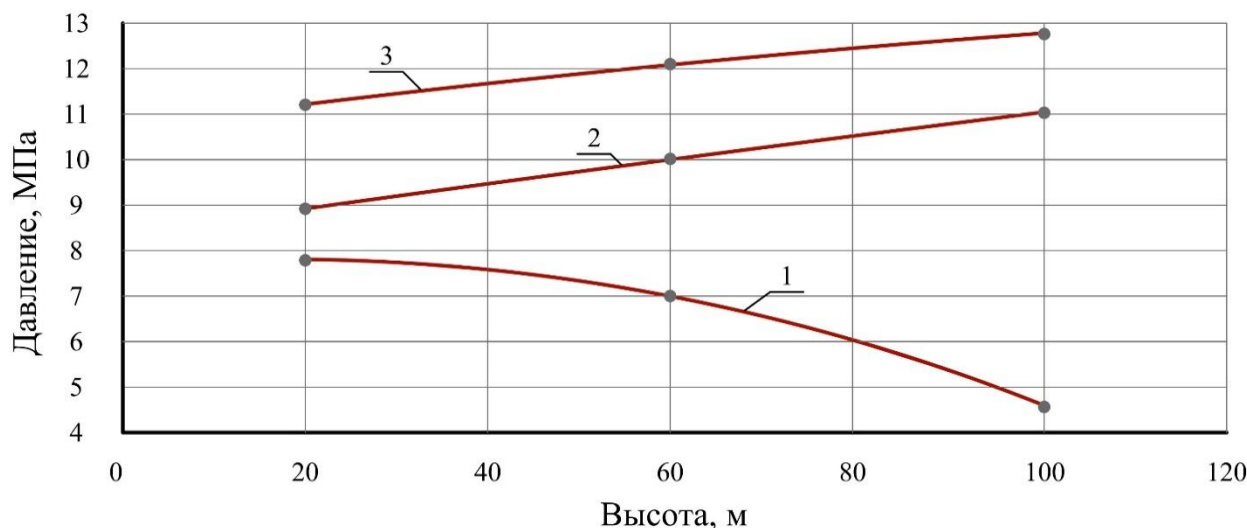
Высота здания, м.	Пиковая скорость, м/с			Давление, МПа		
	Формы			Формы		
	1	2	3	1	2	3
20	4,48	4,65	5,42	7,83	12,5	8,90
60	5,11	5,56	5,97	6,94	10,06	9,51
100	6,45	7,25	6,76	4,21	9,75	11,12

*Разработано автором*

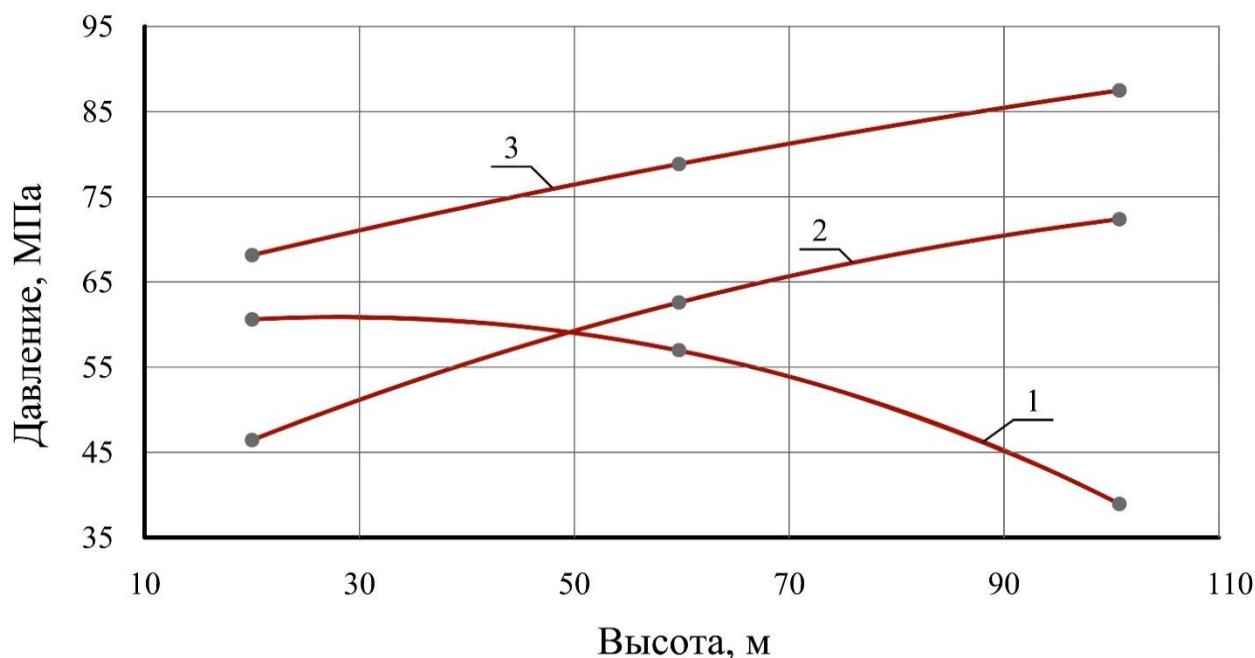
**Таблица 2**  
**Зависимость давления ветрового потока от высоты здания для г. Новороссийска**

Высота здания, м	Пиковая скорость, м/с			Давление, МПа		
	Формы			Формы		
	1	2	3	1	2	3
20	13,55	13,40	13,27	60,83	68,89	46,76
60	14,46	15,74	15,24	56,38	78,98	63,87
100	16,68	17,42	17,16	38,05	87,30	71,94

*Разработано автором*



**Рисунок 2.** Изменение давления ветра в зависимости от высоты и формы здания для г. Краснодара: 1 – цилиндрическая, 2 – трехлепестковая, 3 – крестообразная (разработано автором)



**Рисунок 3.** Изменение давления ветра в зависимости от высоты и формы здания для г. Новороссийска: 1 – цилиндрическая, 2 – трехлепестковая, 3 – крестообразная (разработано автором)

Сравнительный анализ показателей ветрового давления на здания различных форм для исследуемых населенных пунктов выявил зависимости его величины от высоты зданий и скорости ветра. В большей степени характер этой зависимости проявляется для условий г. Новороссийска (давление ветра для моделей 2 и 3 увеличилось в 1,5–2 раза), в то время как для г. Краснодара ветровые нагрузки не оказывают существенного влияния на исследованные формы зданий.

Таким образом, проведенные исследования показали:

- Формы зданий оказывают существенное влияние на показатели ветровых потоков, их направление и интенсивность. Наименее чувствительными к аэрационному воздействию оказались здания (модели) цилиндрической формы.
- Значительное влияние на интенсивность аэродинамического воздействия на здания всех исследованных форм оказывает расположения населенного пункта и особенности его ветрового режима.
- Исследования подтвердили, что при интенсивном ветровом воздействии наиболее оптимальной является цилиндрическая форма здания, в то время как, сложные формы (трехлепестковые, крестообразные) оказались более уязвимыми.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Братошевская В.В., Бугриев М.П. Архитектурное формообразование и типология высотных зданий. Сб. статей 4-й Международной научно-практической конференции, 27.06.2019 г. Пенза, 232 с.
2. Братошевская В.В., Пармакзыс В.А. Композиционное формообразование высотных зданий / Международный научно-исследовательский журнал «Евразийский Союз Ученых» №4 (61) / 2019, 7 часть с. 5–7.
3. Серебровский Ф.Л. Аэрация населённых мест. М.: Стройиздат, 1985.
4. Табунщиков Ю.А., Шилкин Н.В. Аэродинамика высотных зданий. М.: Стройиздат, 2004.
5. Братошевская В.В. Гутник Е.Н. Анализ аэрационного режима внутригородской застройки на примере жилого квартала в г. Краснодаре. Сб. статей Всероссийской научно-практической конференции. 2016. г. Астрахань, 87 с.
6. Оленьков В.Д. Учет ветрового режима городской застройки при градостроительном планировании. Вестник ЮУрГУ. серия «Строительство и архитектура», 2017, №4, 21 с.
7. Братошевская В.В., Гутник Т.Н. Особенности воздействия окружающей среды на теплоэнергетические параметры здания на примере жилой застройки в г. Краснодаре. Научно-технический журнал «Энергосбережение и водоподготовка» №4, 2019, 16–21 с.
8. Оленьков В.Д. Градостроительная безопасность: Изд-во ЛКИ, 2007, – 104 с.
9. Магай А.А. Архитектурно-композиционные особенности высотных зданий. Журнал Академический вестник УралНИИпроект РААСН, 2015 г.
10. Город, архитектура, человек и климат / М.С. Мягков, Ю.Д. Губернский, Л.И. Конова, В.К. Лицкевич; под ред. К.т.н. М.С. Мягкова. – М.: Архитектура-С, 2007. – 344 с.

**Bratoshevskaya Violetta Vitalievna**

Kuban state agrarian university, Krasnodar, Russia  
E-mail: violetta-architector@yandex.ru

**Ustov Erstem Beslanovich**

Kuban state agrarian university, Krasnodar, Russia  
E-mail: erstemiche@mail.ru

## **The influence of aerodynamic parameters on the compositional solutions of high-rise buildings**

**Abstract.** The influence of wind speed and direction on high-rise buildings is studied depending on their shape and orientation on the terrain located in various wind regions of the region. The dependencies between the indicators of the height and shape of buildings and wind speed are determined. In the practice of operating high-rise buildings, it is known that various factors and not only architectural, design, but also climatic factors in a given construction area have a great influence: wind conditions, solar radiation, temperature and humidity conditions, seismic, etc. The height and shape of buildings in turn, also depend on many natural factors affecting the stability of buildings and a comfortable stay in them. The influence of the location of construction objects on the terrain, especially in the mountainous and foothill areas of the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea, is also shown. Experimental data on the effect on wind flow indicators are presented. The effect on the intensity of the aerodynamic effect on the buildings of all the studied forms has been investigated; the wind regime of the location of the settlement has the effect. In the present work, studies were conducted on models of the influence of wind effects on buildings of different shapes in plan and of different heights (up to 100 m) in settlements located in different wind areas. The studies were carried out on models of tall buildings in large cities located in different wind regions – in Krasnodar with a predominance of northeast and in Novorossiysk – northwest winds. In the study of the nature of the impact of air flows on the models of objects, the data on the cyclicity of air beams and pressure maps on model elements were taken into account.

**Keywords:** high-rise buildings; shaping; wind load; factor analysis; terrain; air flow