

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

М.Д. Кашин, Т.Б. Набокова, В.Н. Бгашев

Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

Аннотация

В статье рассматривается вопрос воздействия высотного строительства на окружающую среду, как новое явление, имеющее в основном негативную сторону. Приводятся исторические справки о первых зафиксированных негативных воздействиях высотных зданий на окружающую среду и влиянии на общественное сознание высотного строительства. Рассказывается о исследованиях вопроса влияния высотного строительства на окружающую среду, проведенных в различных сферах науки за рубежом; приводятся результаты исследований.

Ключевые слова: высотное строительство, негативное воздействие, аэродинамика, численное моделирование, комплексный подход

ECOLOGICAL INTERACTION OF TALL BUILDINGS AND ENVIROMENT – EXPERIENCE OF FORIENG COUNTRIES

M.D. Kashin, T.B. Nabokov, V.N. Bgashev

Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

Abstract

The article discusses the impact of building construction on the environment, as a new phenomenon, which is mainly negative. The historical background of the first documented negative effects of high-rise buildings on the environment and the impact on the public consciousness at a high-rise building. Describes the research conducted by the impact of high-rise buildings on the environment in various fields of science abroad and the results of research.

Keywords: high-rise building, a negative impact, aerodynamics, numerical simulation, integrated approach

Высотное строительство появилось еще в 50-е годы XIX века в Америке на рубеже промышленной революции, когда начало развиваться промышленное производство в быстрорастущих городах, что повлекло за собой большой приток людей в города. В сочетании с промышленным прогрессом, появление новых строительных технологий породило возникновение высотного строительства. Высотные здания имели множество преимуществ перед зданиями малой и средней этажностей и полностью решали проблемы растущих мегаполисов, в связи с чем быстро получили широкое распространение по всему миру.

Вопрос о влиянии высотных зданий на окружающую среду возник тогда же, когда началось и само высотное строительство. Интерес к изучению воздействия высотного строительства на окружающую среду был вызван необычным поведением воздушных масс возле высотных зданий. Самым простым примером воздействия высотных зданий на окружающую среду является изменение скорости воздушных потоков возле зданий, вследствие чего возникают вихревые потоки большой скорости в приземной части,

которые негативно влияют на людей, находящихся возле высотных зданий. Более сложным аспектом взаимодействия высотных зданий и окружающей среды является рассмотрение изменения направления и скорости потоков воздуха в масштабах не одного высотного здания, а целого города как системы хаотично расположенных высотных строений.

Последствия изменения воздушных потоков вокруг высотного здания имеют, в основном, негативный характер. Во-первых – это возникновение дополнительной ветровой нагрузки на поле фасада здания, которое может повлечь за собой, как частичное разрушение самого фасада, так и ухудшение теплотехнических показателей высотного здания, тем самым вызвав дополнительные расходы на эксплуатацию. Кроме негативного воздействия непосредственно на высотное здание, изменение течения потоков воздушных масс также негативно сказывается на общем состоянии окружающих зданий и на общей экологической обстановке города в целом. Высотные здания, хаотично расположенные в структуре города, мешают естественному проветриванию и способствуют образованию фотохимического смога вследствие циркуляции отработанных газов от автомобилей и производств по замкнутой траектории вокруг здания. При близком расположении зданий, зоны рециркуляции вокруг них воздушных масс накладываются друг на друга и, в совокупности, формируют значительные территории с замкнутым движением воздуха, препятствующим естественному проветриванию городского пространства. Примерный радиус такой зоны циркуляции вокруг только одного высотного строения - около 500 метров, т.е. площадь образуемой зоны вокруг одного здания составляет около одного квадратного километра.

Много исследований в сфере выявления воздействия высотных зданий на окружающую среду было проведено в Японии. Первые работы над этим вопросом были выполнены в 70-е годы XX века. Об экологических проблемах, вызываемых ветром, сопровождающих сооружение высотного здания, впервые было упомянуто Мельбурном и Юбертом (1971), Лоусоном и Пэнварденом (1973), после чего были проведены многочисленные исследования этих явлений и разработаны методы их оценки (Изюмов и Давенпорт (1975), Пенварден и Вайз (1975), Гандемер (1975, 1978), Хант и др. (1976), Коэн и др. (1977), Джексон (1978), Лоусон (1978), Мураками и др.). Растущее понимание общественностью своего права на безопасную и удобную общественную среду также способствовало возникновению большего интереса к изучению вопроса воздействия высотных зданий на окружающую среду. Эта тенденция привела к тому, что специалисты признают необходимость вкладывать больше средств и времени в изучение приземных ветров, помимо прочих аспектов, влияющих на жизнь людей и их пребывание в общественных местах. Кроме того, по мере уплотнения городских районов, важность и необходимость комплексного подхода к вопросам регулирования среды обитания стала очевидной.

В Японии факт отрицательного социального влияния ветра, вызванного антропогенным воздействием, был впервые зафиксирован и стал предметом публичных дебатов в 1968 году. Позднее, сооружение 147-метрового здания Мицуи Касумигасеки в Токио, ставшего первым в Японии зданием, превысившим отметку в 100 м, стало проводом для проведения исследований и разработки методов и способов оценки влияния ветров вокруг высотных зданий на окружающую городскую среду. С октября 1981 года в Токио применяется Муниципальный регламент по вопросам воздействия на окружающую среду (ЕЕАМВ). ЕЕАМВ требует проведения оценки воздействия ветра исходя из исследований, соответствующим образом проведенных в аэродинамической трубе, или анализа CFD для зданий выше 100 м, общая площадь всех этажей которых больше 10000 м². В ЕЕАМВ рекомендуется два метода оценки для ветровой среды, (Мураками и др. (1983), WEI (1989)), причем, для обоснования оценки, сделанной на этапе проектирования, полномасштабные измерения приземных ветров должны проводиться за один год до начала и спустя один год после завершения строительства.

Также следует отметить, что с октября 1978 года, с целью решения проблем, возникающих между жителями районов, окружающих строительные площадки, и застройщиками был введен Муниципальный регламент о предотвращении споров и посредничестве в спорах, связанных со строительством высотных зданий и зданий средней высоты (PMDMB). Когда городской совет получает просьбу о посредничестве, специальный комитет помогает обеим сторонам в решении вопроса на основе PMDMB, и во многих случаях стороны могут найти компромисс и прийти к соглашению относительно строительства. Тем не менее, в некоторых случаях, переговоры перерастают в судебные процессы.

Сравнительный анализ различных типов споров и жалоб производился исходя из положений PMDMB в период с 1994 по 2002 год. (Фуджи 2004, Голигер и др., 2004). Результаты анализа показывают, что большинство споров и жалоб касаются затенения и вторжения в частную жизнь. На отрицательное воздействие ветров на окружающую среду в результате строительства высотных зданий, как правило, приходится приблизительно 12% споров и жалоб. Посадка деревьев, включая искусственные деревья, навесы, ветровые ограждения, ветрозащитные панели и поручни для пешеходов – примеры различных мер противодействия сильным ветрам, вызванным строительством высотных зданий в г. Токио (Накамура, 2009).

Жителям было очень трудно выиграть споры относительно воздействия ветров на окружающую среду, однако, окружной суд г. Осака 10 октября 2002 года впервые признал и осудил сильное влияние ветров, вызванных сооружением 20-этажного многоквартирного дома высотой 56,9 м в Осаке. (Гологер и др., 2004). Несмотря на то, что об усилении скорости ветра вследствие строительства зданий инженерам известно уже почти 40 лет, обществу тяжело признать факт его влияния на социальные явления и человеческий организм в целом. Право на ветровую среду только недавно было признано обществом.

Интересное предложение о подходе к расчету жизненного цикла здания было предложено директором Исследовательского центра ветрового проектирования Токийского политехнического университета И. Тамурой в 2009 году. Как известно, существует концепция определения оптимального уровня расчетной нагрузки на конструктивные элементы здания (с учетом расчетного срока службы отдельных конструктивных элементов) на основе вероятностного расчета минимальной стоимости жизненного цикла (СЖЦ) здания, включая стоимость выполнения первоначальных строительных работ и планируемых ремонтных расходов за плановый срок службы. Несмотря на то, что большинство зданий являются частной собственностью, они также являются составляющими элементами города или страны, тесно связанными между собой также и экономической функцией. Планирование непрерывности бизнеса (ПНБ) является важным вопросом не только для частного сектора, но и для города или страны, и обеспечение ПНБ может быть ключом к безопасности города или страны. В частности, высотные здания являются элементом общественной собственности и их повреждения имеют значительные экономические и социальные последствия для общества. Поэтому, оптимальный уровень расчетной нагрузки должен рассчитываться исходя из СЖЦ всего города (или даже страны) как группы зданий, а не из оптимизации СЖЦ отдельного здания.

Одним из недавно разработанных новых проектов является Инженерно-техническая виртуальная организация «ВОРТЕКС-Виндс» (VORTEX-Winds - Виртуальная организация по снижению отрицательного воздействия ураганного ветра на общество (Карим и Киевски-Корреа, 2008)). «ВОРТЕКС-Виндс» - Интернет-ресурс, обеспечивающий объединение и совместное использование интеллектуальных и физических ресурсов стран и организаций – участников проекта, формируемый в сотрудничестве с Университетом Нотр-Дам (НД). Создание «ВОРТЕКС-Виндс» в сотрудничестве с НД является одним из важных направлений Программы Токийского политехнического университета по формированию научно-образовательных центров «совершенных знаний» (Тамура и др., 2008). Интернет-ресурс «ВОРТЕКС-Виндс» будет включать в себя

проектные и аналитические модули, научно-информационные базы данных, содержащие, в частности, базы данных по аэродинамике, базы данных проектов ветроустойчивых конструкций и базы данных факторов ветровых угроз, собранные от разных участников проекта и объединенные вместе, а также специализированную Интернет-энциклопедию «Винд-вики» для накопления знаний и результатов исследований, усовершенствования обучения в Интернет-пространстве. Успешные примеры подобного сотрудничества существуют в различных областях науки, метеорологии и инженерной сейсмологии (Карим и Киевски-Корреа, 2008).

Предложенный проект «ВОРТЕКС-Виндс» состоит из двух частей: электронных проектно-аналитических модулей и научно-информационной базы данных. Первая часть состоит из шести модулей: полномасштабный банк данных испытаний, проектирование с помощью базы данных, моделирование неопределенностей, услуги по проведению дистанционных экспериментов, статистические и стохастические (вероятностные) инструментальные средства и компьютерные платформы. Вторая часть состоит из пяти баз: «Винд-вики» (Wind-Wiki), база данных повреждений, служба поддержки, электронные доски объявлений и сервис-программ обучения. Создаваемый Интернет-ресурс может предложить пользователям не только автоматизированные и интегрированные передовые средства проектирования, но и передовую платформу электронного Интернет-обучения в режиме реального времени. В настоящее время четырнадцать научных и образовательных организаций по всему миру сотрудничают в разработке «ВОРТЕКС-Виндс» с целью совместного использования и дополнения индивидуальных интеллектуальных и физических ресурсов. Таким образом, «ВОРТЕКС-Виндс» охватывает объединенные ресурсы партнеров и сотрудников из разных стран мира для решения научно-технических проблем, связанных с воздействием ветров, с применением Интернет-ресурсов. «ВОРТЕКС-Виндс» способен обеспечить успешную реализацию всего многообразия проектов высотных зданий будущего (Карим и Киевски-Корреа, 2009)¹.

Интересную работу провел Колин Бьюкенен, рассмотрев и показав влияние расположения высотного здания в городе с точки зрения экономической выгоды расположения. В докладе Колина Бьюкенена для британского фонда недвижимости (август 2008 года) убедительно показана возможность повышения работоспособности людей в офисных высотных зданиях в зависимости от расположения здания в городе. Исследование было проведено на примере изучения городской инфраструктуры Лондона. Было доказано, что с помощью правильного расположения высотного офисного здания в городской системе с учетом таких факторов, как транспортная доступность, фон окружающей застройки и организация внутреннего пространства здания, можно повысить производительность труда людей, работающих в здании, на 15-20%².

Питер Ирвин в своем исследовании попытался выявить формы высотных зданий и их элементов, наиболее благоприятные с точки зрения воздействия на окружающую среду. В исследовании выявлено несколько направлений создания аэродинамически благоприятных форм высотных зданий: формы поперечного сечения здания со смягченными углами, иглообразная форма с уступами, общая форма здания с различными типами поперечного сечения, пористая структура фасада здания, наличие спойлеров или рассеивателей воздушных потоков на фасаде здания. Все эти конфигурации и детали высотного здания могут снизить негативное воздействие ветра, как на само здание, так и на его окружение³.

¹ Tamura, Y. "Wind and tall buildings". Director, Wind Engineering Research Center, Tokyo Polytechnic. Japan, 2009.

² Colin Buchanan and Partners "The economic impact of high density development and tall buildings in central business districts". A report for the British Property Federation (BPF) by Colin Buchanan and Partners UK. August, 2008.

³ Peter Irwin- Rowan Williams Davies & Irwin inc, Ontario, Canada; John Killpatrick- RWDI Anemos Limited, Unit 4, Lawrence Way Estate, UK; Andrea Frisque- RWDI AIR Inc., Vancouver, Canada. «Friend or foe, wind at height». CTBUH 8th World Congress, 2008.

Доцент университета Конкук Цзун-Су Чу в своей работе раскрывает закономерности, связывающие формообразование высотных зданий и регионального климата территории, в частности, взаимосвязь между строительными формами, размерами окон и ориентацией здания в условиях различных типов климата. Данное исследование показывает, как архитектура высотных офисных зданий в привязке к типу климата может решить проблемы перегрева внутреннего пространства в жаркий период года и способствовать аккумулярованию тепла внутри здания в холодный период. Достижение этих задач возможно при правильном выборе поперечного сечения высотного здания и его ориентации по сторонам света в зависимости от типа климата территории, на которой расположено здание. Таким образом, на начальных стадиях проектирования, благодаря комплексному подходу к изучению вопроса, можно решить многие проблемы, связанные с будущими затратами на эксплуатацию высотного здания⁴.

В многочисленных проведенных исследованиях воздействия высотных зданий на окружающую среду выявлена прямая или косвенная зависимость между формой здания, его ориентации по сторонам света, расположением в структуре города и воздействием этого здания на окружающее пространство. Таким образом, можно сделать вывод, что при правильном использовании формы здания в контексте его окружения и правильном расположении высотного здания в городской застройке, можно не только минимизировать негативное воздействие, но и получить пользу от высотного строительства, обратить «минусы» высотного строительства в «плюсы».

В качестве примера, можно привести уже упомянутые зоны рециркуляции воздуха вокруг высотных зданий. Расположив высотные здания правильным образом, можно управлять воздушными потоками и ограждать город от сильных природных ветров, направлять потоки воздуха в нужные направления для более эффективного проветривания городского пространства. Кроме того, повышение скорости движения воздушных масс возле высотных строений можно использовать в качестве дополнительного источника получения энергии⁵.

На основании анализа и синтеза исследований, проведенных в различных отраслях науки, можно построить единую систему комплексного подхода к проектированию высотных зданий, применение которой при проектировании обеспечит строительство экономически выгодных, безопасных для человека и окружающей среды высотных зданий.

Литература

1. Плотникова Л. Особенности загрязнения воздушной среды города при высотном строительстве // Высотные здания. Август/сентябрь, 2007. - С. 68-71.
2. Кузнецов С.Г. Формирование территории застройки с учетом аэродинамических характеристик высотного здания: автореф. дис. канд. техн. наук. – Макеевка, 1999. - С. 2-4,11.
3. Лицкевич В. Здоровье и высота // Высотные здания. Октябрь/ноябрь, 2007. - С. 68-71.
4. Правительство Москвы Комитет по архитектуре и градостроительству г. Москвы МОСКОМАРХИТЕКТУРА ПРИКАЗ 17.05.2002 № 101 Об утверждении «Общих

⁴ Jong Soo Cho. Assistant professor, Konkuk University. "Architectural design methodology for tall office buildings based on ecology". CTBUH 2004. October 10-13, Seoul, Korea.

⁵ Peter Land. Professor, college of architecture, Illinois Institute of technology. "Innovations in sustainability at height: experimental tall building". CTBUH 8th World Congress 2008.

положений к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 м».

5. МГСН 4.192005 Проектирование многофункциональных высотных зданий и зданий — комплексов в городе Москве.
6. МГСН 1.042005 Временные нормы и правила проектирования планировки и застройки участков территории высотных зданий, высотных градостроительных комплексов в городе Москве.
7. Стандарт организации СТО 014227890012009 Проектирование высотных зданий, разработанный ОАО ЦНИИЭП жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)
8. Tamura Y. Wind and tall buildings. Director, Wind Engineering Research Center, Tokyo Polytechnic. Japan, 2009.
9. Oppressive Impact of High Rise Office Buildings on Inhabitants through an Istanbul Case Study Hande Ünlü, Kotaroh Hirate and Munakata Jun. Japan, 2008.
10. Типология форм НИЦ «Стадио».
11. Peter Irwin- Rowan Williams Davies & Irwin inc, Ontario, Canada; John Killpatrick- RWDI Anemos Limited, Unit 4, Lawrence Way Estate, UK; Andrea Frisque- RWDI AIR Inc., Vancouver, Canada. «Friend or foe, wind at height». CTBUH 8th World Congress 2008. 1-7 pp.
12. Викторова Л.А. Высотные здания – плюсы и минусы строительства // Архитектура и строительство в России [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.asрмаq.ru/article/vysotnye-zdaniya/>
13. Покорение высоты // Высотные здания. Ноябрь, 2006 [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.tallbuildings.ru/>
14. Птичникова Г.А. Архитектура прагматизма: история, теория и практика [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.pandia.ru/>
15. Новый подход к проектированию высотных зданий // Высотные здания. Февраль/март, 2007 [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.tallbuildings.ru/>
16. Мягков М.С., Алексеева Л.И. Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки // Международный электронный научно-образовательный журнал "AMIT" [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2014/1kvart14/myagkov/abstract.php>

References

1. Plotnikova L. *Osobennosti zagrizneniya vozduшной среды города pri vysotnom stroitel'stve* [Features of urban air pollution during building construction. Magazine Tall Buildings]. August/September, 2007, 68-71 pp.
2. Kuznetsov S.G. *Formirovanie territorii zastroyki s uchetom ajerodinamicheskikh harakteristik vysotnogo zdaniya (avtoref. kand. dis)* [Formation of the development area, taking into account aerodynamic characteristics of high-rise buildings. Cand. Dis. Thesis]. Makeevka, 1999, 2-4, 11 pp.
3. Litskevich B. *Zdorov'e i vysota* [Health and height. Magazine Tall Buildings]. October / November, 2007, 68-71 pp.

4. *Pravitel'stvo Moskvy Komitet po arhitekture i gradostroitel'stvu g. Moskvy MOSKOMARHITEKTURA PRIKAZ 17.05.2002 № 101 Ob utverzhdenii «Obshhih polozhenij k tehničeskim trebovanijam po proektirovaniju zhilyh zdaniy vysotoj bolee 75 m»* [The Government of Moscow Committee for Architecture and Urban Planning of Moscow Moskomarkhitektura ORDER 17.05.2002 № 101 On approval of the "General Regulations of the technical requirements for the design of residential buildings higher than 75 m"].
5. *MGSN 4.192005 Proektirovanie mnogofunkcional'nyh vysotnyh zdaniy i zdaniy — kompleksov v gorode Moskve* [MGSN 4.192005 Designing multifunctional high-rise buildings and buildings - complexes in Moscow].
6. *MGSN 1.042005 Vremennye normy i pravila proektirovanija planirovki i zastrojki uchastkov territorii vysotnyh zdaniy, vysotnyh gradostroitel'nyh kompleksov v gorode Moskve* [MGSN 1.042005 Temporary regulations design planning and development areas of land high-rise buildings, high-rise urban complexes in Moscow].
7. *Standart organizacii STO 014227890012009 Proektirovanie vysotnyh zdaniy, razrabotannyj OAO CNIIJeP zhilyh i obshhestvennyh zdaniy (CNIIJeP zhilishha)* [Standart organization STO 014227890012009 Design of tall buildings. Developed by JSC CNIEP residential and public buildings (TSNIEPzhilishcha)].
8. Tamura Y. Wind and tall buildings. Director, Wind Engineering Research Center, Tokyo Polytechnic. Japan, 2009.
9. Oppressive Impact of High Rise Office Buildings on Inhabitants through an Istanbul Case Study Hande Ünlü, Kotaroh Hirate and Munakata Jun. Japan, 2008.
10. *Tipologija form NIC «Stadio»* [Typology of forms SIC "Stage"].
11. Peter Irwin- Rowan Williams Davies & Irwin inc, Ontario, Canada; John Killpatrick- RWDI Anemos Limited, Unit 4, Lawrence Way Estate, UK; Andrea Frisque- RWDI AIR Inc., Vancouver, Canada. «Friend or foe, wind at height». CTBUH 8th World Congress 2008, 1-7 pp.
12. Viktorova L.A. *Vysotnye zdaniya – pljusy i minusy stroitel'stva* [High-rise buildings - the pros and cons of building. Magazine Architecture and Construction in Russia]. Available at: <http://www.asrmaq.ru/article/vysotnye-zdaniya/>
13. *Pokorenie vysoty* [Conquest of height. Magazine High-rise buildings]. November, 2006. Available at: <http://www.tallbuildings.ru/>
14. Ptichnikova G.A. *Arhitektura pragmatizma: istorija, teorija i praktika* [Architecture pragmatism: History, Theory and Practice]. Available at: <http://www.pandia.ru/>
15. *Novyj podhod k proektirovaniju vysotnyh zdaniy* [A new approach to the design of high-rise buildings? Magazine High-rise buildings]. February/March, 2007. Available at: <http://www.tallbuildings.ru/>
16. Miagkov M.S., Alexeyev L.I. *Osobennosti vetrovogo rezhima tipovyh form gorodskoj zastrojki* [Wind Pattern Features in typical City Models]. Available at: <http://www.marhi.ru/eng/AMIT/2014/1kvart14/myagkov/abstract.php>

ДАнные ОБ АВТОРАХ**Кашин Максим Дмитриевич**

Соискатель, кафедра «Архитектура жилых и общественных зданий» Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: kashin-architect@yandex.ru

Набокова Татьяна Борисовна

Профессор, кандидат наук, доцент, кафедра «Архитектура жилых и общественных зданий», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: nabokova.tatiana@gmail.com

Бгашев Валерий Николаевич

Заведующий кафедрой иностранных языков, профессор, кандидат наук, Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
E-mail: vn.bgashev@markhi.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**Kashin Maxim Dmitrievich**

Competitor of the Department "Architecture of residential and public buildings", Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: kashin-architect@yandex.ru

Nabokova Tatiana Borisovna

Professor, PhD, Associate Professor, Department of "Architecture of residential and public buildings", Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: nabokova.tatiana@gmail.com

Bgashev Valerie Nikolayevich

Head of the Department of Foreign Languages, Professor, PhD, Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: nabokova.tatiana@gmail.com