

## Роль современной застройки в формировании экологии города Санкт-Петербурга

*Б.И. Гиясов, Р.Б. Гиясов*

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет*

**Аннотация:** Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой, сложившейся в ходе эволюции Земли. Результаты экологических исследований, как в России, так и за рубежом, свидетельствуют о том, что загрязнение приземной атмосферы – самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на человека, пищевую цепь и окружающую среду. В связи с этим актуальность ухудшения экологии приземной среды в современных городах несоизмеримо возросла. Развитие современных городов, вызванное потребностью в усовершенствовании бытовой среды, способствует созданию новых зданий и сооружений, развитию транспортной и инженерной инфраструктуры. В результате этого увеличивается плотность городской застройки и загруженность транспортных сетей, что приводит к загрязнению окружающей среды и осложняет экологическую ситуацию городов. В статье проведен анализ экологии крупнейших городов России на примере города Санкт-Петербург и проведена оценка аэродинамики городского пространства. Конвективные потоки, возникающие в городском пространстве, обозначены как одни из важных факторов в улучшении экологии городской среды. Проведен анализ таких факторов, как вредные выбросы автотранспорта и нарушенный вследствие плотной застройки воздухообмен городских территорий, влияющих на экологию городского пространства.

**Ключевые слова:** Экология, аэродинамика, воздухообмен, загрязнение воздуха, транспортная инфраструктура, высотное здание, городская застройка, аэрация, энергопотребление.

Современные крупнейшие города имеют тенденцию к развитию и росту городского строительства. Это вызвано бурным темпом развития экономики и урбанизацией. Интенсивность внутренней и внешней миграции людей в крупнейшие города влечет за собой увеличение плотности населения, в результате чего, увеличивается число современных многоэтажных построек и высотных зданий. Мегаполисы являются одной из характерных особенностей прогресса человечества с высокой производительностью труда, лучшим использованием материальных и духовных ресурсов, активным развитием культуры, науки и образования. Поэтому в последнем столетии ускорился рост и развитие больших городов. Современный мегаполис, в свою очередь, можно характеризовать, как жизненную среду, состоящую из

таких сред, как природная среда, высокотехнологичная среда, среда ежедневных интенсивных передвижений, среда с плотной застройкой, развитой инженерной и транспортной инфраструктурой [1-3]. Развитие городов России, в ходе урбанизации, базировалось на исторической особенности процесса роста населения и промышленности, а также на изменении условий формирования городской среды.

Для современных мегаполисов увеличение плотности способствует таким проблемам, как загрязнение воздуха вследствие обслуживания инфраструктуры, негативно влияющее на здоровье человека. Увеличение плотности населения и, вследствие этого, рост городской застройки привело к тому, что большая часть российских городов также находится в неблагоприятных условиях с точки зрения энергозатрат. Эти условия возникают в связи с увеличением энергопотребления гражданскими зданиями, что отрицательно влияет на экологию городской среды [4,5].

Еще одной из причин сложной экологии российских городов является то, что самовосстановление природных биологических систем российских регионов значительно ниже, чем в регионах теплых стран. Это приводит к тому, что в современных мегаполисах с высокой плотностью населения и активной хозяйственной деятельностью значительно нарушается экология окружающей среды. Надо отметить, что в России около 80% населения живут в городской среде, в связи с чем, в крупнейших городах России строительство индустриального жилья развивается ускоренными темпами. На рисунке 1 представлены показатели объема ввода жилья в крупнейших городах России в 2019 году по данным Федеральной службы государственной статистики.

Очевидно, в результате этого увеличивается плотность городской застройки и стремительно развивается инженерная и транспортная инфраструктуры. Это приводит к изменению тепло-ветрового режима

---

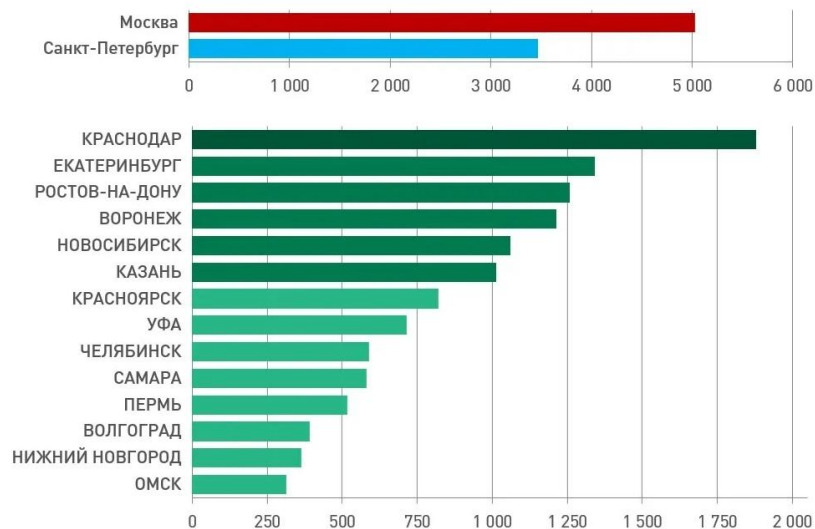


Рис. 1. - Объем ввода жилья в городах России в 2019 году, тыс.кв. м

городской среды и формированию обширных устойчивых зон с застоями воздуха. Подобные явления и факторы, характерные для развитых городов, неблагоприятно влияют на окружающую городскую среду и являются малоизученными.

Один из основных негативных факторов, которые формируются в современном городе - это загрязнение воздуха, вызванное источниками выбросов, таких, как транспорт, промышленность и гражданские объекты. Было установлено, что потребляемая гражданскими зданиями энергия превышает энергопотребление всей промышленности со всеми заводами, фабриками, и потребление энергии всеми видами транспорта. Диаграмма 2 отображает распределение энергопотребления в Европе [6]. Следовательно, можно утверждать, что рост гражданского строительства, а в дальнейшем эксплуатация гражданских объектов отрицательно будет сказываться на экологической обстановке городов.

Лидерами по объему строительства становятся города центральной части России. Одним из таких городов является город Санкт-Петербург, который является вторым по численности населения городом России.

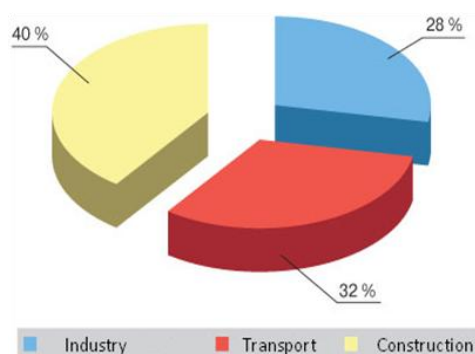


Рис. 2. -Энергопотребление по отраслям

По данным Федеральной службы государственной статистики, еще в августе сфера жилищного строительства в городе Санкт-Петербург показала рост на 25,6% по сравнению с июлем 2020 года. Очевидно, что такой темп развития строительства и увеличение плотности населения приводит к ухудшению экологической обстановки в этом городе. Кроме того, Санкт-Петербургу, как и другим современным городам, присущи рост количества автомобилей, и развитие транспортной инфраструктуры. Это также приводит к повышению уровня загрязнения городской среды. За последние десятилетия существенно увеличилась доля выбросов, поступающих в атмосферу от легковых и грузовых автомобилей. В крупных городах на долю автотранспорта приходится от 30 до 70% общей массы выбросов.

Следовательно, можно утверждать, что основными факторами, негативно влияющими на экологию города Санкт-Петербург, являются стремительный рост современного городского строительства, увеличение плотности населения и увеличение количества транспорта.

Процесс развития городов способствует изменению пространственно-планировочной структуры территорий, вызывая стремительный рост числа дорог, плотности движения дорожного транспорта и плотности городской застройки, что приводит к нарушению естественной аэрации городских территорий. В связи с этим, в замкнутых городских

пространства формируются зоны с наиболее неблагоприятными показателями атмосферного воздуха, и скоростью ветра, не превышающей 1 м/с. [7,8]. Наблюдается нарушение естественного воздухообмена, способствующее концентрации загрязняющих веществ в дворовых пространствах современной застройки. Следовательно, обеспечение необходимого воздухообмена для создания комфортных экологических условий в современных городских пространствах является одним из решений данной проблемы.

Воздухообмен замкнутых дворовых пространств, где нарушена естественная аэрация, во многом зависит от возрастающей у фасадов зданий скорости ветра по высоте. Для города Санкт-Петербург, как и других современных городов, характерна высотная застройка. Фасады высотных зданий способствуют увеличению скорости ветра в зависимости от высоты, а облучаемые солнечной радиацией их поверхности в летнее время формируют конвективные потоки. В результате у фасадов возникают мощные турбулентные потоки, зависящие от формы здания. Изучение аэродинамических условий городских территорий поможет решить проблему концентрации загрязняющих веществ на деятельной поверхности замкнутого городского пространства [9].

Для оценки аэродинамических условий застройки городского пространства Санкт-Петербурга был проведен расчет изменения скорости ветра по высоте здания, на примере башни «Лидер» г. Санкт-Петербург.

Оценка изменения скорости ветра по высоте здания проводилась с помощью спирали Экмана, логарифмического закона, степенного закона [10]. С помощью этих моделей можно определить скорость ветра  $v$  на высоте  $h$ , при известных параметрах скорость ветра  $V_0$  на высоте  $h_0$ .

Степенной закон изменения скорости ветра по высоте имеет вид:

$$V_h = V_0(h/h_0)^a \text{ м/с} \quad (1.1)$$

где  $V_h$  – скорость ветра, м/с, на высоте  $h$ , м;

$V_0$  – скорость ветра, м/с, измеренная на высоте  $h_0$ , м (скорости ветра измеряются на высоте 10–15 м, поэтому  $h_0 = 10—15$  м);

$\alpha$  – показатель степени, зависящий от типа местности и устанавливаемый экспериментально; рекомендуется для центров крупных городов принимать  $\alpha = 0,33$ , для условий пригорода  $\alpha = 0,22$ , для открытой местности  $\alpha = 0,14$  [6].

По результатам расчета построен график зависимости скорости ветра от высоты здания с учетом типа местности рисунок 3.

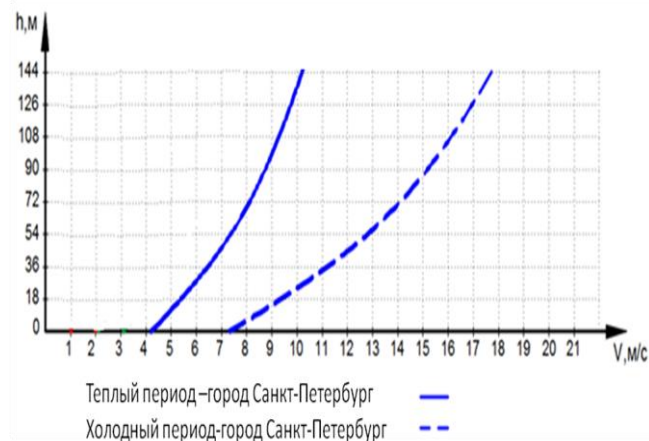


Рис. 3. - Изменение по высоте башни «Лидер» скорости ветра для города Санкт-Петербург

Из данного графика видно, что с высотой здания увеличивается скорость ветра. Кроме того, в теплый период года температура наружных поверхностей здания резко возрастает из-за облученности солнечной радиацией и значительно отличается от температуры наружного воздуха. В замкнутых пространствах, за счет перепада температур облучаемых и затененных фасадов зданий, в дворовом пространстве возникают восходящие конвективные потоки термического происхождения. Скорость таких потоков может достигать 10 м/с в зависимости от высоты [11].

Следовательно, отдельные территории современного города необходимо рассматривать как территории со сложными аэродинамическими условиями. Анализ и оценка этих аэродинамических факторов даст возможность найти пути устранения концентрации загрязняющих веществ в замкнутых непрветриваемых жилых пространствах.

Таким образом, при проектировании высотных зданий, необходимо учитывать не только аэродинамические характеристики местности, но и конвективные потоки, которые формируются в результате перепада температур.

На основе проведенных исследований можно утверждать, что для обеспечения экологической стабильности городской среды необходимо:

1. при развитии градостроительного планирования территорий плотнозаселенных городов, сохранять естественную аэрацию городского пространства.
2. Грамотно планировать городское пространство и транспортную инфраструктуру для уменьшения дорожных заторов, которые приводят к неэффективному потреблению топливно-энергетических ресурсов транспортом и загрязнению воздушной среды.
3. Замкнутые городские территории, где сформировались устойчивые зоны с застоями воздуха, обеспечить аэрацией путем регулирования конвективных потоков термического происхождения. Эту задачу можно решить грамотным благоустройством и озеленением территории.
4. При планировке городского пространства глубоко изучать особенности устоявшихся аэродинамических условий территорий, что следует учитывать в процессе проектирования и строительства. Сохранение естественной аэрации развивающихся городских пространств позволит улучшить экологию территорий современных городов.

## Литература

1. Niemelä J., Ecology of urban green spaces: The way forward in answering major research questions. *Landscape and Urban Planning*, Volume 125, May 2014, Pp. 298-303.
2. Jeong H., Park M., Hwang W., Kim E., Han M., The effect of calm conditions and wind intervals in low wind speed on atmospheric dispersion factors. *Annals of Nuclear Energy*, Volume 55, May 2013, Pp. 230-237.
3. Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. Аэродинамика высотных зданий // АВОК. – 2004. – № 8. С.14-24.
4. Горомосов М.С. Микроклимат жилищ и его гигиеническое нормирование. – М.: Медгиз, 1963. 134 с.
5. Губернский Ю.Д., Лицкевич В.К. Жилище для человека. М.: Стройиздат, 1991. 227 с.
6. Шойхет Б.М., Концепция энергоэффективного здания / Энергосбережение, 2007, №7. С. 62-66.
7. Малявина Е.Г. Расчет воздушного режима многоэтажных зданий с различной температурой воздуха в помещениях // АВОК, 2008. № 2. С.12-14.
8. Колубков А. Н., Шилкин Н. В. Инженерные решения высотного жилого комплекса // АВОК, 2004. № 5. С.10-12.
9. Ким Д.А. Анализ ветрового воздействия на здания и сооружения // Инженерный вестник Дона, 2020, №12. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6699](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6699).
10. Колубков А. Н. Высотные жилые комплексы // АВОК, 2005. № 4. С. 15-19.





11. Гиясов А., Тепло-ветровой режим городского каньона, взаимосвязь его с воздушной средой помещений // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4737](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4737).

### References

1. Niemelä J. Landscape and Urban Planning, Volume 125, May 2014, pp. 298-303.
2. Jeong H., Park M., Hwang W., Kim E., Han M. Annals of Nuclear Energy, Volume 55, May 2013, pp. 230-237.
3. Tabunshhikov Ju.A., Shilkin N.V. AVOK, 2004, № 8, pp.14-24.
4. Goromosov M.S., Mikroklimat zhilishch i ego gigienicheskoe normirovanie. [The microclimate of dwellings and its hygienic regulation]. Medgiz, 1963. P. 134.
5. Gubernskiy Yu. D., Litskevich V.K. ZHilishche dlya cheloveka [Housing for a person]. Stroyizdat, 1991. P. 227.
6. Shojhet B.M. Ehnergoberezhenie, 2007, №7, pp.62-66.
7. Maljavina E.G., Birjukov S.V. AVOK, 2008, № 2, pp.12-14.
8. Kolubkov A. N., Shilkin N. V. AVOK, 2004, № 5, pp.10-12.
9. Kim D.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №12. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6699](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6699).
10. Kolubkov A. N. AVOK. 2005, № 4, pp.15-19.
11. Gijasov A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4737](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4737).