

Б.И. ГИЯСОВ¹, Б.М. ГУРОВИЧ²¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), г. Москва, Россия²Акционерное общество «МОНОЛИТ», г. Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРЫ И ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ СОВРЕМЕННОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ЭКОЛОГИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация. Современные города, как урбанизированная территория, являются высокотехнологической средой, где горожане ведут активный образ жизни и хозяйственную деятельность. В результате роста численности городского населения, появляется необходимость развития городской территории: совершенствуются городские пространственные объекты, растет количество жилых и общественных зданий, развиваются транспортные сети и инженерная инфраструктура. Вследствие этого, увеличивается плотность городской застройки и растет интенсивность транспортных потоков. Такие стремительные изменения городского пространства серьезно влияют на экологию окружающей среды. Кроме того антропогенные факторы, возникающие в результате активной хозяйственной деятельности горожан, создают дополнительную нагрузку на экологию городской среды. В связи с этим, вопрос формирования экологии в современных городах приобретает все большую актуальность. Представленная статья посвящена анализу факторов влияющих на экологическое состояние современных мегаполисов. Выявленные в процессе исследований причины нарушения аэрации городской среды, могут учитываться при градостроительном планировании. Регулирование воздушных потоков термического происхождения, возникающие в дворовых пространствах, способствует циркуляции воздуха в замкнутых дворовых пространствах, что улучшит экологическое состояние воздушной среды.

Ключевые слова: экология, городская среда, конвективные потоки, энергопотребление, загрязняющие вещества, плотная застройка, транспортная инфраструктура.

B.I. GIYASOV¹, B.M. GUROVICH²¹National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Moscow, Russia²Joint Stock Company «MONOLIT», Moscow region, Mytishchi, Russia

INFLUENCE OF ARCHITECTURE AND PLANNING STRUCTURE MODERN URBAN DEVELOPMENT FOR ECOLOGY ENVIRONMENT

Abstract. The modern urban environment, as an urbanized area, is a high-tech environment where citizens lead an active lifestyle and economic activity. As a result of the growth of the urban population, there is a need to develop the urban territory: urban spatial objects are being improved, the number of residential and public buildings is growing, transport networks and engineering infrastructure are developing. As a result, the density of urban development increases and the intensity of traffic flows increases. Such rapid changes in urban space seriously affect the ecology of the environment. In addition, anthropogenic factors resulting from the active economic activity of citizens create an additional burden on the ecology of the urban environment. In this regard, the issue of the formation of ecology in modern cities is becoming increasingly important. The presented article is devoted to the analysis of factors affecting the ecological state of modern megacities. Causes of violation of aeration of the urban environment, revealed in the process of research, can be taken into account in urban planning. The regulation of air flows of thermal origin, arising in the yard spaces, promotes air circulation in closed yard spaces, which will improve the ecological state of the air environment.

Keywords: *ekologiya, gorodskaya sreda, konvektivnyye potoki, energopotrebleniye, zagryaznyayushchiye veshchestva, plotnaya zastroyka, transportnaya infrastruktura.*

Введение

Развитие крупных городов и интенсивный рост современного городского строительства в последнее время, связано с активным подъемом экономики и урбанизацией ведущих стран мира. Внутренняя и внешняя миграция людей в мегаполисы способствует увеличению плотности населения и потребности в комфортабельных жилых и многофункциональных общественных зданиях. Прогресс человечества с высокой производительностью физического и умственного труда, использования ресурсов на материальной и духовной основе, развитие культуры, образования и науки стало возможным только в мегаполисах [1]. В связи с этим в последнем столетии наблюдается рост и развитие больших городов. Современный мегаполис – это среда обитания человека, которая состоит из природной среды и среды с точечными и линейными пространственными объектами, которые, взаимодействуя и дополняя друг друга, определяют функциональность городского пространства. Городское пространство, являясь высокотехнологичной средой, характеризуется многоэтажной плотной застройкой, интенсивной транспортной и развитой инженерной инфраструктурой.

Архитектура современных мегаполисов отличается многообразием типовой застройки и наличием уникальных зданий и сооружений. В настоящее время можно выделить несколько основных тенденций в архитектуре современных городов, одними из которых являются привлекающие внимание зрелищные, уникальные, выдающиеся здания. К ним относятся здания – символы, которые являются предметом соревнований развитых стран и корпораций. Уникальными также принято считать здания, высота которых составляет более 100 м. Особенностью современной городской застройки является активное внедрение проектов высотной архитектуры.

В связи с высоким спросом на жилые, общественные, административные и торговые площади в мегаполисах появился огромный интерес к высотным зданиям. При этом стремление архитекторов к максимальному использованию площадей, многофункциональности и доступности являются основными критериями при разработке проектов многоэтажных зданий городского типа.

Возведение высотных зданий требует применения передовых технологий и подходов в проектировании. При проектировании подобных зданий и разработке архитектурно-планировочных и конструктивных решений, необходимо учитывать условия городской среды и условия использования современных строительных конструкций и материалов. Уникальность таких зданий также состоит в том, что при их возведении, как правило, применяются конструкции и конструктивные системы, требующие специальных методов расчета. Тем не менее, современным городам характерна высотная застройка и плотное расположение зданий в городской территории. Это приводит к увеличению плотности населения и изменению структуры транспортной и инженерной инфраструктур. Увеличение плотности транспортных потоков требует большего потребления энергоресурсов и способствуют интенсивному загрязнению окружающей среды. Вопросам влияния высокой плотности транспортных потоков на экологию современных городов посвящен ряд исследований [2, 3]. Антропогенные факторы, которые возникают в процессе хозяйственной деятельности горожан, повышающиеся пропорционально проценту увеличения плотности населения и увеличения квадратных метров, являются еще одной причиной неблагоприятной экологии городских территорий.

С экономической точки зрения, строительство многоэтажных высотных зданий и увеличение количества квадратных метров выгодно, но высокая стоимость их проектирования и строительства, приводит к большим затратам и требует значительных материальных расходов в процессе эксплуатации. К большим материальным расходам приводит эксплуатация зданий связанная с потреблением энергоресурсов. Увеличение

потребления энергоресурсов, в свою очередь, приводит к увеличению выбросов загрязняющих веществ в городскую среду. Очевидно, что вопрос уменьшения энергопотребления зданиями является как экономической, так и экологической проблемой. В связи с этим, наряду с проблемой высокой стоимости энергии и истощении ее запасов, остро стоит проблема повышения экологической нагрузки на воздушный бассейн городских территорий. Вопросы загрязнения воздушного бассейна, при сжигании энергоресурсов, уровни загрязнения, возникающие при энергопотреблении, достаточно изучены [4,5]. Однако, влияние архитектуры зданий и структуры городской застройки на энергопотребление зданий и воздухообмен территорий и, следовательно, на экологию городской, среды требует более глубокого изучения.

Методы исследования

Аналитический метод исследования структуры города и геометрии зданий и факторов, влияющих на экологию городской территории, позволит определить способы борьбы с загрязнением окружающей среды. Определение изменения таких факторов, как температура наружного воздуха и скорость ветра, влияющих на здание в зависимости от высоты, поможет оценить потребление энергоресурсов зданием.

Известно, что энергопотребление всеми гражданскими зданиями больше энергетических затрат на обслуживание всей промышленности и всего транспорта (рисунок 1) [6]. Из данной диаграммы видно, что в современных городах, возведение высотных зданий новых архитектурных форм и увеличение плотности городской застройки привело к увеличению энергопотребления.

При проектировании, разработке объемно-планировочных решений и расчете конструктивных систем зданий, как правило, учитываются влияние природно-климатических факторов, таких как температура наружного воздуха и ветер. Это основные факторы, влияющие на энергопотребление и энергоэффективность зданий. Все здания, формирующие город, являясь геометрическими фигурами и объемными многоугольниками, по-разному реагируют на природно-климатические факторы.



Рисунок 1 - Распределение энергопотребления в Европе

Высотные здания, как составная часть городской среды, изменяют аэродинамические условия и температурный режим дворового пространства. Следовательно, влияние природно-климатических факторов на энергопотребление высотных зданий требует особого учета. В итоге необходимо отметить, что теплоустойчивость и энергозатраты зданий современных городов напрямую зависят от их высоты, форм и объемов [7, 8]. Кроме того, уменьшение воздухообмена дворового пространства способствует концентрации загрязняющих веществ на деятельной поверхности городской среды. Очевидно, что снижение энергопотребления пространственными объектами города возможно при строительстве энергоэффективных зданий, что в свою очередь снизит экологическую нагрузку на городскую среду.

Повышение энергоэффективности зданий означает сокращение потребления энергии при сохранении комфортного микроклимата внутри здания. При проектировании энергоэффективного здания необходимо соблюдать несколько основополагающих архитектурных и строительных принципов:

- оптимизация архитектурно-планировочных решений, включающих особенности геометрии и архитектурных форм, что увеличивает компактность зданий;
- повышение теплоизоляционных свойств и теплоустойчивости ограждающих конструкций здания.

Выбор оптимальных архитектурно-планировочных решений и геометрии зданий городского типа для уменьшения теплопотерь через наружные ограждающие конструкции, подразумевает уменьшение показателя компактности здания.

Показатель компактности здания определяют по формуле (1) [9]:

$$k_e^{des} = A_e^{sum} / V_h \quad (1)$$

где A_e^{sum} - суммарная площадь наружных ограждающих конструкций, покрытий верхнего этажа и цокольного перекрытия, m^2 ;

V_h - внутренний отапливаемый объем здания, m^3 .

В современных крупных городах, где этажность жилых зданий превышает 5 этажей, расчетные показатели компактности зданий k_e^{des} не должны превышать следующих значений:

- 0,25 для зданий 16 этажей и выше;
- 0,29 для зданий от 10 до 15 этажей включительно;
- 0,32 для зданий от 6 до 9 этажей включительно;
- 0,36 для 5-этажных зданий.

На объемы тепловых потерь влияют площади наружных поверхностей зданий и геометрические формы здания, а также наружная теплозащитная оболочка здания [10]. Анализ теплопотребления зданий различных архитектурных форм показал, что наиболее низкий уровень теплопотерь наблюдается в многоэтажных зданиях с высокой компактностью (рисунок 2). Из диаграммы видно, что здания кубической формы при одинаковом с другими зданиями внутреннем объеме обладая наивысшей компактностью, требуют меньше расходов на отопление. Купольные формы зданий при одинаковом внутреннем объеме с кубическими обладают наивысшей компактностью. Отсутствие стыков у сферических форм зданий и их компактность, делает их наиболее устойчивыми к потерям тепла.

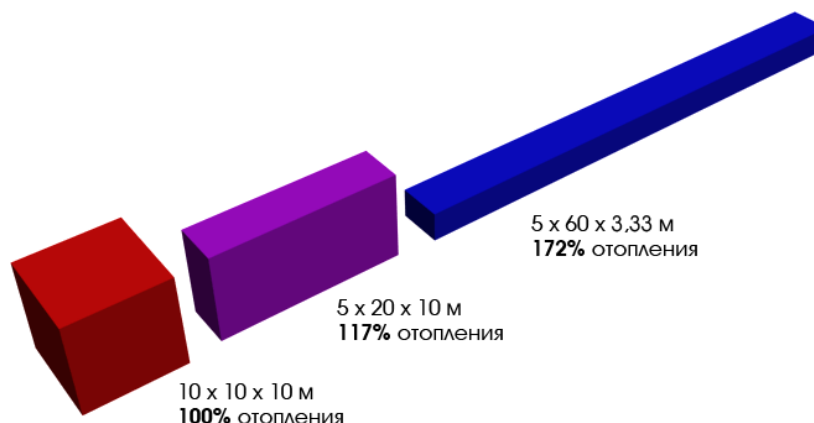


Рисунок 2 - Диаграмма теплопотребления зданий различных архитектурных форм

Многоэтажные высотные здания, обладающие высокой компактностью, подвергаются воздействию климатических факторов, показатели которых меняются по высоте здания.

Установлено, что с увеличением высоты возрастает скорость ветра и уменьшается температура наружного воздуха [11, 12, 13].

Проведенные исследования и расчеты на примере башни Эволюция, показали изменения в зависимости от высоты здания температуры наружного воздуха, атмосферного давления и скорости ветра.

Изменение температуры наружного воздуха и атмосферного давления по высоте здания можно определить по формулам (2)-(3) [13]:

$$t_h = t_0 - 0.0065 \times h, ^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$p_h = p_0(1 - 2.25577 \times 10^{-5} \times h)^{5.2559}, \text{Pa} \quad (3)$$

где t_h , p_h – температура, $^\circ\text{C}$, и давление, Па, на высоте h , м;

t_0 , p_0 – температура, $^\circ\text{C}$, и давление, Па, у поверхности земли.

Расчетные климатические параметры для города Москвы определены согласно СП 131.13330.2012. «Строительная климатология».

Для оценки изменения скорости ветра по высоте используются различные модели – спираль Экмана, логарифмический закон, степенной закон. Эти модели позволяют оценить скорость ветра V на высоте h , если известна скорость ветра V_0 на высоте h_0 .

Степенной закон изменения скорости ветра по высоте имеет вид (4) [14, 15]:

$$V_h = V_0 \left(h / h_0 \right)^\alpha, \text{м/с} \quad (4)$$

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 $h_0 = 10\text{—}15$ м);

α – 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 $\alpha = 0,14$ [15].

Результаты исследования и их анализ

На основе полученных данных построены графики изменения температуры наружного воздуха (рисунок 3) и график изменения скорости ветра по высоте здания (рисунок 4).

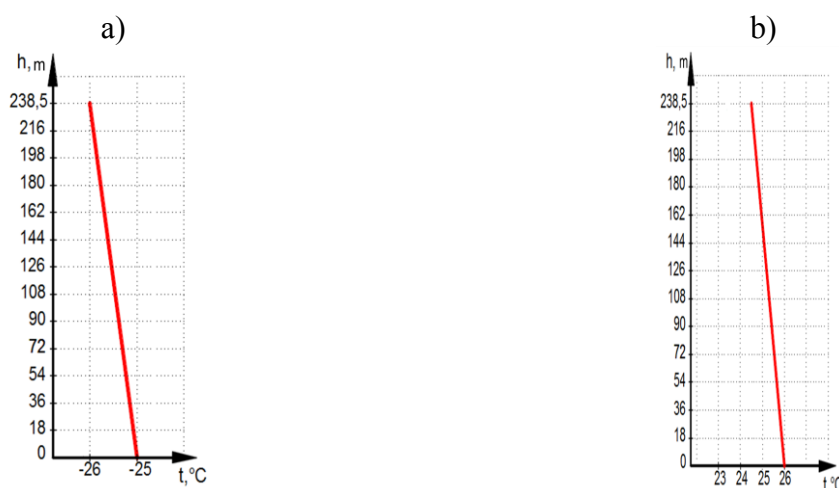


Рисунок 3 - Изменение температуры наружного воздуха по высоте башни Эволюция наиболее холодной пятидневки для города Москва:
а) для самой холодной пятидневки; б) для теплого периода

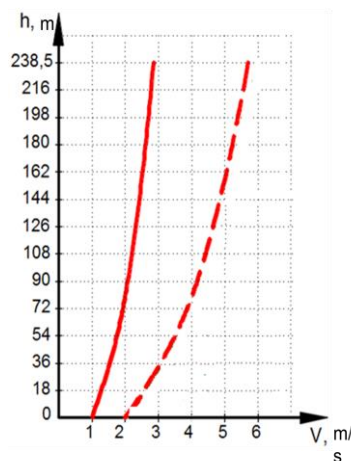


Рисунок 4 - Изменение скорости ветра по высоте Башни Эволюция в городе Москве

Из рисунка 4 видно, что в условиях городской застройки интенсивно возрастает скорость ветра с увеличением высоты здания. Наблюдается уменьшение температуры наружного воздуха летом до 2 °С, зимой до 1 °С и увеличение скорости ветра в теплый период до 2 м/с, в холодный период до 4 м/с по высоте здания которая достигает 238,5 м.

В связи с этим можно утверждать, что верхние этажи здания требуют больше энергозатрат для отопления и теплоизоляции наружных ограждающих конструкций. Проектирование многоэтажных зданий с учетом этих данных позволит уменьшить теплопотери и снизит их энергопотребление, что благоприятно скажется на экологии.

Еще одним фактором, влияющим на экологию городской среды, являются аэродинамические показатели современной городской застройки. Воздухообмен дворовых пространств является одним из важных элементов аэрации, препятствующим концентрации загрязняющих веществ в городской среде [16, 17, 18]. В процессе развития плотной высотной городской застройки нарушается естественный ветровой режим. Активное использование горожанами транспортных средств, возникающая загруженность автодорог и заторы на дорогах повышают экологическую нагрузку на городскую среду. В связи с этим, в жилых кварталах с замкнутой планировочной структурой наблюдается нарушение воздухообмена, и формируются участки с застоями воздуха. Такие участки деятельной поверхности городской среды являются наиболее экстремальными с точки зрения экологии.

Типовое проектирование, используемое для жилых кварталов городов, предусматривает прямоугольную геометрию зданий. Совокупность прямоугольных форм зданий в городском пространстве препятствует естественным ветровым потокам создавая «парусность», в связи с чем на территория городской застройки нарушается естественный воздухообмен. Современные технологии монолитного домостроения позволяют возводить здания сложных архитектурных форм. Использование обтекаемых, сферических и цилиндрических форм при проектировании зданий позволило бы повысить аэрацию дворовых пространств [19, 20].

Плотная застройка городских пространств в сочетании с прямоугольной архитектурой создает внутри кварталов участки со штилевыми условиями. К этому приводят возникающие вследствие загрязнения воздуха и роста радиационных температур городские «острова тепла», которые уменьшают теплоотдачу городского пространства в атмосферу. Для обеспечения воздухообмена таких участков можно использовать воздушные потоки термического происхождения, которые возникают при разности температур различных

поверхностей дворового пространства. Формирование воздушных потоков термического происхождения, которые называют конвективными потоками, возможно при воздействии солнечной радиации на поверхности фасадов зданий и дорожных покрытий [21, 22]. Правильное использование благоустройства и характер озеленения также может способствовать формированию конвективных потоков (рисунок 5).

Под воздействием солнечной радиации на поверхности фасадов, между облученной и затененной поверхностями возникает разность температур, что способствуют формированию локальных метеорологических процессов и возникновению циркуляции воздуха термического происхождения. Происходит нагрев и движение вверх потоков воздуха (восходящие конвективные потоки) у облучаемых солнцем поверхностей, охлажденный воздух (нисходящие конвективные потоки) у затененных поверхностей перемещается вниз [23]. Создаются сложные условия естественной местной циркуляции воздуха переноса и рассеяния загрязнения в атмосфере, что улучшает экологию окружающей среды.

Таким образом, в плотнозастроенных городских территориях, где формируются устойчивые зоны с застоями воздуха и концентрацией загрязняющих веществ, возможно обеспечить воздухообмен путем регулирования конвективных потоков. Воздействие солнечной радиации играет существенную роль в формировании воздушных потоков термического происхождения. Для этого необходим выбор правильной ориентации поверхностей зданий, характера озеленения, типа строительных материалов зданий и дорожных покрытий, а также оптимизация геометрии зданий и структуры городской застройки.

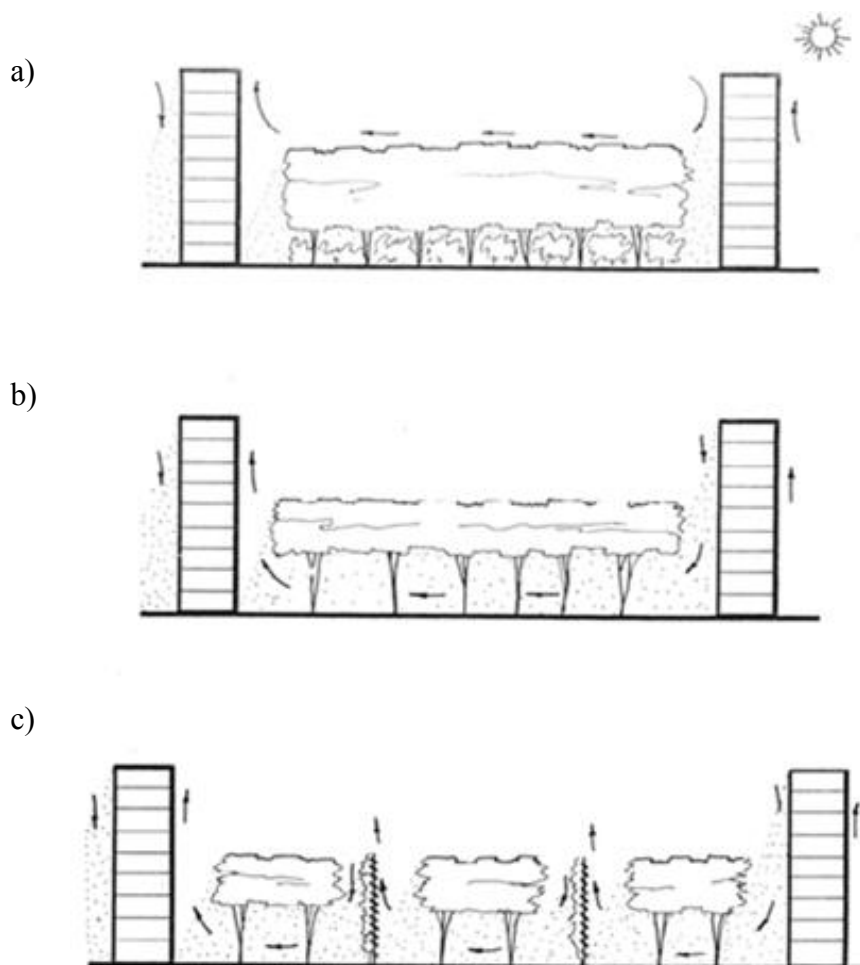


Рисунок 5 - Влияние характера озеленения двора на формирование воздушного потока

Выводы

1. На территориях современных городов с плотной высотной застройкой и активной транспортной инфраструктурой формируются экстремальные экологические условия в связи активным потреблением энергоресурсов. Повышенное энергопотребление высотных зданий зависит как от их объемов, так и от изменения климатических параметров по высоте здания. При проектировании высотных зданий и расчете их энергоэффективности необходим учет этих изменений.

2. Необходимо внедрять проектирование зданий сложных, компактных архитектурных форм по современным технологиям. Выбор обтекаемых форм зданий увеличит их энергоэффективность, улучшит аэрацию дворовых пространств и повысит качество воздушной среды деятельной поверхности.

3. Правильно выбранные планировочные решения застройки, расстояния между зданиями, характера озеленения, условий инсоляции и ориентация способствуют формированию естественной аэрации термического происхождения. Разность температур поверхностей дворового пространства, возникающая в результате воздействия солнечной радиации формирует восходящие и нисходящие конвективные потоки, которые создают циркуляцию воздуха в замкнутых междомовых пространствах. Это способствует воздухообмену на участках с застоями воздуха, где формируется высокая концентрация загрязняющих веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скобелева Е.А., Абрамов А.В., Пилипенко О.В., Пчеленок О.А., Родичева М.В. Прогнозирование динамики воздушной среды в городской застройке // *Строительство и реконструкция*. 2019. № 1(81). С. 106-114.
2. Пряхин В.Н., Большеротов А.Л., Рязанова Н.Е. Экологические проблемы плотно застроенных урбанизированных территорий // *Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2009. № 3. С. 72-76.
3. Чекмарева О.В. Использование модели улицы промышленного города для управления пылегазовыми выбросами от автомобильного транспорта в атмосферу (на примере г. Оренбурга) // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2005. С. 235-238.
4. Кашинцева В.Л., Леонова Д.А., Гиясов Т.Б. Роль конвективных потоков в экологии воздушного бассейна города // *Бюллетень строительной техники*. 2018. № 12. С. 27-30.
5. Jason A. Byrne, Donna Houston. Urban Ecology. International Encyclopedia of Human Geography (Second Edition). 2020. Pp. 47-58. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10760-7>
6. Шойхет Б.М. Концепция энергоэффективного здания // *Энергосбережение*. 2007. № 7. С. 62-66.
7. Самарин О.Д. Нормирование энергопотребления здания с учетом теплоступлений от солнечной радиации // *Жилищное строительство*. 2013. № 1. С. 32 - 33.
8. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. // *Энергоэффективные здания*. М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. 199 с.
9. Столяр А.С., Панчук Н.Н. Проектирование энергоэффективных зданий // *Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции*. ФАД ТОГУ, 2019. Т. 2. С. 239-243.
10. Перехоженцев А.Г., Войтович Е.В. О качестве нормирования теплозащиты зданий // *Строительство и реконструкция*. 2019. № 3(83). С. 100 – 111.
11. Giyasov B.I., Semenov V.S., Giyasova I.V. Optimization of thermal stability of structural elements of high-rise buildings to increase their energy efficiency. MATEC Web of Conferences 196, 04084 (2018).
12. Малявина Е.Г. Расчет воздушного режима многоэтажных зданий с различной температурой воздуха в помещениях. АВОК, 2008. № 2. С. 40-44.
13. Табунщиков Ю.А., Шилкин Н.В. Аэродинамика высотных зданий. АВОК, 2004. № 8. С. 14-23.
14. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения. М.: Стройиздат, 1984. 360 с.
15. ASHRAE Handbook. Fundamentals. SI Edition, 1997. 65 p.
16. Andrea Patricia Cuesta-Mosquera, Matthew Wahl, Jansen Gabriel Acosta-López, José Agustín García-Reynoso, Beatriz Helena Aristizábal-Zuluaga. Mixing layer height and slope wind oscillation: Factors that control ambient air SO₂ in a tropical mountain city // *Sustainable Cities and Society*. January 2020. Vol. 52. Article 101852.
17. Bin Cheng, Chzhunkhua Gou, Fan' Chzhan, Cyushuan Fehn, Czyfehn Khuan. Thermal comfort in urban mountain parks in the hot summer and cold winter climate // *Sustainable Cities and Society*. November 2019. Vol. 51. Article 101756.

18. Сахарова А.А., Азаров В.Н. Исследование аэродинамических и физико-химических характеристик пыли опои, применяемых в строительстве // Строительство и реконструкция. 2019. № 2 (82). С. 106-115.
19. Ким Д.А., Гиясов Т.Б. Влияние объемно-планировочного решения здания на показатели энергоэффективности // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1. www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5490.
20. Гныря А.И., Коробков С.В., Кошин А.А., Терехов В.И. Моделирование ветровых нагрузок при обтекании воздушным потоком системы моделей зданий при вариации их расположения // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 4. С. 65–73.
21. Shady Attia, Theo Lacombe, Heri Tiana Rakotondramiarana, Francois Garde. Analysis tool for bioclimatic design strategies in hot humid climates // Sustainable Cities and Society. February 2019. Vol. 45. Pp. 8-24.
22. Jari Niemelä. Ecology of urban green spaces: The way forward in answering major research questions // Landscape and Urban Planning May 2014. Vol. 125. Pp. 298-303.
23. Гиясов Б.И., Гиясов Р.Б. Роль современной застройки в формировании экологии города Санкт-Петербурга // Инженерный вестник Дона. 2022. № 1. www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2022/7395.

REFERENCES

1. Skobeleva E.A., Abramov A.V., Pilipenko O.V., Pchelenok O.A., Rodicheva M.V. Prognozirovanie dinamiki vozduшной sredy` v gorodskoj zastroyke. [Forecasting the dynamics of the air environment in urban areas] Stroitelstvo i rekonstrukciya. 2019. No. 1(81). Pp. 106-114 (rus).
2. Priakhin V.N., Bolsherotov A.L., Riazanova N.E. Ekologicheskie problemy plotno zastroyennykh urbanizirovannykh territorii. [Ecological problems of densely built-up urban areas] Vestnik RUDN, seriia Ekologiya i bezopasnost zhiznedeiatelnosti. 2009. No. 3. Pp. 72-76. (rus).
3. Chekmareva O.V. Ispol'zovanie modeli ulicy promy'shlennogo goroda dlya upravleniya py`legazovy`mi vy`brosami ot avtomobil'nogo transporta v atmosferu (na primere g.Orenburga) [The use of a street model of an industrial city to control dust and gas emissions from motor transport into the atmosphere (on the example of Orenburg)] . Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoy akademii nauk. Samara : Izdatel'stvo Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2005. Pp. 235-238. (rus).
4. Kashinceva V.L., Leonova D.A., Giasov T.B. Rol' konvektivny`x potokov v e`kologii vozduшного bassejna goroda. [The role of convective flows in the ecology of the air basin of the city] Byulleten' stroitel'noj tekhniki. 2018. No. 12. Pp. 27-30 (rus).
5. Jason A. Byrne, Donna Houston. Urban Ecology. International Encyclopedia of Human Geography (Second Edition). 2020. Pp. 47-58. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10760-7>
6. Shojhet B.M. Koncepciya ehnergoehffektivnogo zdaniya. [The concept of an energy efficient building] Ehnergobezopasnost. 2007. No. 7. Pp. 62-66. (rus).
7. Samarin O.D. Normirovanie ehnergotrebleniya zdaniya s uchetoм teplopostuplenij ot solnechnoj radiacii. [Normirovanie ehnergotrebleniya zdaniya s uchetoм teplopostuplenij ot solnechnoj radiacii] Zhilishchnoe stroitel'stvo. 2013. No. 1. Pp. 32 – 33. (rus).
8. Tabunshchikov YU.A., Brodach M.M., Shilkin N.V. Ehnergoehffektivnye zdaniya. [Energy efficient buildings]. M.: AVOK-PRESS, 2003. 199 p. (rus).
9. Stolyar A.S., Panchuk N.N. Proektirovanie ehnergoehffektivnykh zdaniy. [Design of energy efficient buildings] Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii FAD TOGU, 2019. T. 2. Pp. 239-243. (rus).
10. Perexozhencev A.G., Vojtovich E.V. O kachestve normirovaniya teplozashhity` zdaniy [On the quality of regulation of thermal protection of buildings] Stroitel'stvo i rekonstrukciya. 2019. No. 3(83). Pp. 100 – 111. (rus).
11. Giasov B.I., Semenov V.S., Giasova I.V. Optimization of thermal stability of structural elements of high-rise buildings to increase their energy efficiency. MATEC Web of Conferences 196, 04084 (2018). (rus).
12. Malyavina E.G. Raschet vozduшного rezhima mnogoetaznykh zdaniy s razlichnoj tempera-turoj vozdukhа v pomeshcheniyakh [Calculation of the air regime of multi-storey buildings with different air temperatures in the premises]. AVOK, 2008. No. 2. Pp. 40-44. (rus).
13. Tabunshchikov Yu.A., Shilkin N.V. Ae`rodinamika vy`sotny`x zdaniy [Aerodynamics of high-rise buildings]. AVOK, 2004. No. 8. Pp. 14–23. (rus).
14. Simiu E.H., Skanlan R. Vozdejstvie vetra na zdaniya i sooruzheniya. [The impact of wind on buildings and structures]. M.: Strojizdat, 1984. 360 p. (rus).
15. ASHRAE Handbook. Fundamentals. SIEdition, 1997. 65 p.
16. Andrea Patricia Cuesta-Mosquera, Matthew Wahl, Jansen Gabriel Acosta-López, José Agustín García-Reynoso, Beatriz Helena Aristizábal-Zuluaga. Mixing layer height and slope wind oscillation: Factors that control ambient air SO₂ in a tropical mountain city // Sustainable Cities and Society. January 2020. Vol. 52. Article 101852.
17. Bin Cheng, Chzhunkhua Gou, Fan' Chzhan, Cyushuan Fehn, Czyfehn Khuan, Thermal comfort in urban mountain parks in the hot summer and cold winter climate // Sustainable Cities and Society. November 2019. Vol. 51. Article 101756.

18. Saxarova A.A., Azarov V.N. Issledovanie aerodinamicheskix i fiziko-ximicheskix xarakteristik pyli opoki, primenyaemyx v stroitel'stve [Study of the aerodynamic and physico-chemical characteristics of flask dust used in construction] Stroitel'stvo i rekonstrukciya. 2019. No. (82). Pp. 106-115. (rus).
19. Kim D.A., Giyasov T.B. Vliyanie ob'emno-planirovochnogo resheniya zdaniya na pokazateli ehnergoehffektivnosti [Influence of the space-planning decision of the building on energy efficiency indicators] Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. No. 1. www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5490. (rus).
20. Gny'rya A.I., Korobkov S.V., Koshin A.A., Terexov V.I. Modelirovanie vetrovyx nagru-zok pri obtekanii vozдушny'm potokom sistemy modelej zdaniy pri variacii ix raspolozheniya [Modeling of wind loads during airflow around a system of building models with a variation in their location] Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel'nogo universiteta. 2018. No. 4. Pp. 65–73. (rus).
21. Shady Attia, Theo Lacombe, Heri Tiana Rakotondramiarana, Francois Garde. Analysis tool for bioclimatic design strategies in hot humid climates // Sustainable Cities and Society. February 2019. Vol. 45. Pp. 8-24.
22. Jari Niemelä. Ecology of urban green spaces: The way forward in answering major research questions. Landscape and Urban Planning. May 2014. Vol. 125. Pp. 298-303.
23. Giyasov B.I., Giyasov R.B. Rol' sovremennoj zastrojki v formirovanii ehkologii goroda Sankt-Peterburga [The role of modern buildings in shaping the ecology of the city of St. Petersburg] Inzhenernyj vestnik Dona. 2022. No. 1. www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2022/7395. (rus).

Информация об авторах:

Гиясов Ботир Иминжонович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), г. Москва, Россия,

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры архитектурно-строительного проектирования.

E-mail: giyasovbi@mgsu.ru

Гурович Борис Маркович

АО «МОНОЛИТ», Московская область, г. Мытищи, Россия, генеральный директор.

E-mail: priem@gk-monolit.ru

Information about authors:

Giyasov Botir Im.

National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Moscow, Russia, candidate in technical sciences, docent, associate professor of the department of Architectural and Construction Design.

E-mail: giyasovbi@mgsu.ru

Gurovich Boris M.

Joint Stock Company «MONOLIT», Moscow region, Mytishchi, Russia, general director.

E-mail: priem@gk-monolit.ru