



СПЕЦИАЛЬНО К ВЫСТАВКЕ  
АРХ МОСКВА 2025

## ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРОДОВ НА ОСНОВЕ ESG-ПРИНЦИПОВ

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** город, устойчивое развитие, ESG-принципы, энергоэффективность, декарбонизация

**С. В. Корниенко**, доктор техн. наук, советник РААСН, ведущий научный сотрудник НИЦ ГП ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», заведующий кафедрой «Архитектура зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

**Город представляет собой сложную открытую систему, которая обменивается с окружающей средой энергией, веществом, информацией и которой присущи неустойчивость, неравновесность, нелинейность. Предоставить жителям мегаполисов качественные условия проживания возможно за счет эффективного управления городскими системами жизнеобеспечения и экологически безопасного использования общественных пространств. Раскроем главные направления устойчивого развития мегаполисов на основе ESG-принципов.**

Устойчивое развитие городов представляет собой одну из важнейших задач градостроительной науки. Особенно остро этот вопрос стоит для быстро трансформирующихся городов [1]. При урбанизации возникают многочисленные проблемы, связанные с повышением энергопотребления, деградацией городской инфраструктуры, снижением эффективности управления, экологическими рисками. Решение этих сложных задач требует системного подхода в градостроительной деятельности [2].

ESG-принципы направлены на создание экологически ответственной (Environmental), социально ориентированной (Social) и устойчиво управляемой (Governance) среды обитания [3]. При этом деятельность и поведение человека принимаются как

определяющий фактор, интегрирующий отдельные элементы среды в единое целое. ESG-принципы хорошо разработаны применительно к отдельным компаниям и производственным процессам, однако в градостроительстве изучены недостаточно.

Раскроем главные направления устойчивого развития мегаполисов на основе ESG-принципов.

### Компактный полицентричный город

Структура моноцентричного города, сформировавшегося вокруг одного городского центра, не всегда устойчива. В таком мегаполисе существуют риски деградации городской среды, обусловленные высокой стоимостью земельных участ-

ков, транспортным коллапсом, плохой экологией, регулярными вирусными эпидемиями [4].

Более эффективной моделью расселения является полицентричный город, основанный на существовании нескольких взаимосвязанных городских центров. Они могут располагаться в удалении от исторического центра, в том числе и в пригородах, дополняя старый городской центр и конкурируя с ним. Специфическая черта полицентричного города – наличие на его территории нескольких центров притяжения. Это принципиально отличает его от моноцентричного города, в границах которого выделяется один центр притяжения.

Пространственная структура полицентричного мегаполиса или агломерации определяется взаиморасположением центров притяжения различных уровней, что отчетливо видно по картам светового загрязнения городов (рис. 1). Такая структура центров усложняет конфигурацию потоков различной природы – энергии, вещества, информации, но обеспечивает многофункциональность городского пространства.

Создание полицентричного города нацелено на образование компактных планировочных структур, что очень важно с точки зрения повышения энергоэффективности, создания комфортных условий среды обитания, эффективного управления транспортной инфраструктурой.

## Зеленый город

Проблема повышения экологического качества городов привлекает все большее внимание специалистов. Усилия ученых направлены на поиск новых решений, направленных на создание целостной системы, формирующей зеленую инфраструктуру городов. Важной практической задачей является создание биопозитивных материалов и строительных конструкций. В таких конструкциях, основанных на применении принципов биомиметики, максимально раскрываются идеи, заложенные природой [5].

Для повышения качества городской среды можно организовать озеленение. Зеленые крыши и фасады являются эффективным способом солнцезащиты, снижая риски перегрева помещений в летний период. Вследствие испарительного охлаждения такие конструкции улучшают температурный и влажностный режимы, способствуя смягчению городских тепловых островов на 5–7 °С [6]. Озеленение оболочки зданий обеспечивает пассивное охлаждение помещений, не требующее значительных эксплуатационных затрат.

У внешнего контура здания могут быть организованы общественные коллективные мини-пространства с помощью зеленых помещений, озелененных крыш-террас, палисадников [7]. Указанные пространства являются активными элементами зеленой архитектуры. Из помещений первого этажа может быть сделан выход в палисадник. Вместо традиционных ограждений палисадников может быть устроена живая изгородь. На первом этаже жилого дома, рядом с входной группой, могут быть размещены коллективные пространства с зоной отдыха, местом встреч и ожидания. Многофункциональные пространства могут быть легко адаптированы к нуждам жильцов.

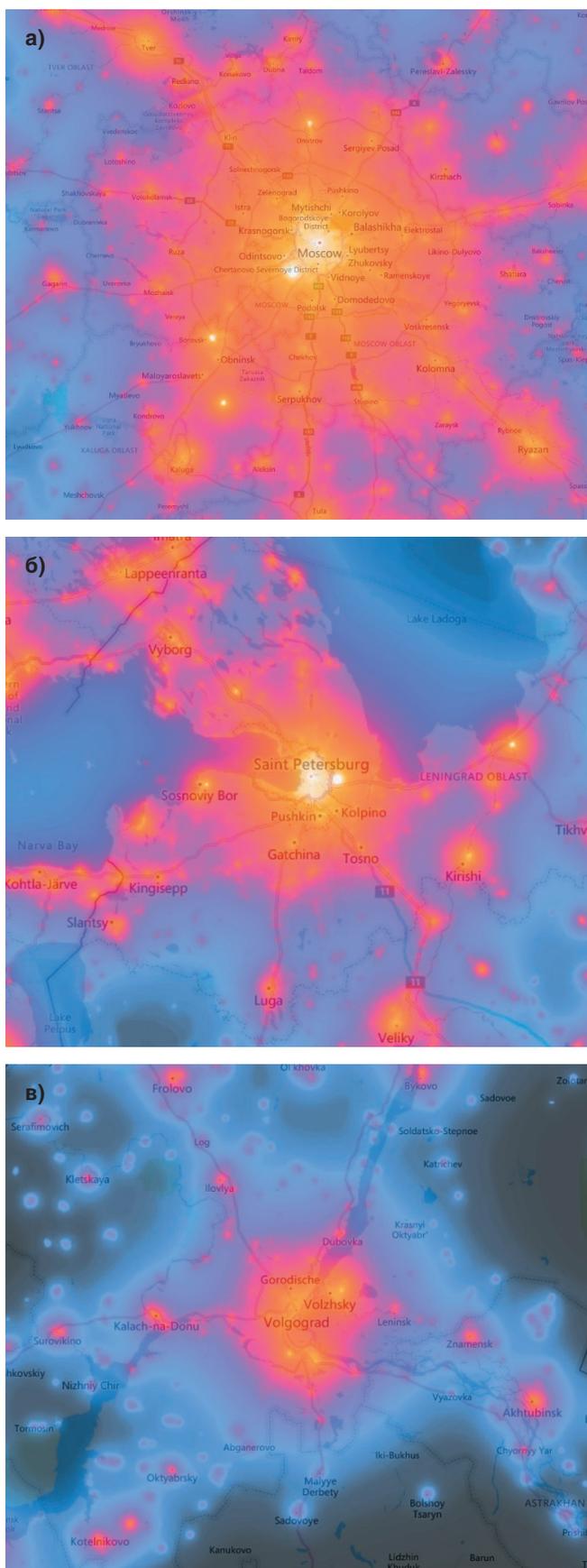


Рис. 1. Карты светового загрязнения городов: а) Москва; б) Санкт-Петербург; в) Волгоград (по данным: <https://www.lightpollutionmap.info>)

В [8] показана принципиальная возможность реконструкции 5-этажных кирпичных зданий первых массовых серий по стандартам зеленого строительства. Такой подход позволяет создать новую, экологически устойчивую, энергоэффективную архитектуру с целью сохранения и повышения качества окружающей среды для будущих поколений.

Зеленая архитектура способствует созданию позитивных звуковых ландшафтов. Проектирование шумозащитных зданий позволяет снизить уровень шума на территории жилой застройки на 10–12 дБ [9].

Зеленое кольцо вокруг города замыкает инфраструктуру, сохраняет биоразнообразие, защищает город от ветра. Устройство «городских окон» повышает комфортность среды обитания за счет аэрации жилых и общественно-деловых зон.

## Декарбонизация транспорта

На долю транспортного сектора приходится около 20 % выбросов парниковых газов. Поэтому декарбонизация транспортного сектора может сыграть решающую роль в смягчении последствий изменения климата и его ущерба для экосистем.

Для решения этой проблемы в последние годы на смену традиционным транспортным средствам с двигателем внутреннего сгорания пришли альтернативные. Так, в мегаполисах появились автобусы, работающие на биотопливе. Использование биотоплива позволяет снизить выбросы  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Однако максимального эффекта декарбонизации городской среды можно достичь, используя электрические транспортные средства – электромобили и электробусы [10].

Внедрение электробусов в мегаполисах способствует улучшению качества воздуха, снижению шумового загрязнения и повышению энергоэффективности [11]. Уровень шума во время разгона электробуса на 5 дБА меньше по сравнению с автобусом на биогазе и на 7 дБА меньше, чем на дизельном топливе. Среднегодовое потребление электроэнергии электробусом составляет 1,3 кВт•ч/км, что в 3 раза меньше по сравнению с дизельным автобусом. Электробус с возможностью подзарядки на 4–18 % дешевле автобусов с дизельным и газовым топливом. Согласно результатам опроса, 85,6 % горожан считают электробусы экологически безопасным видом транспорта [12].

Известно, что более 80 % всех поездок пассажиры совершают на общественном транспорте. Один электробус длиной 18 м по уровню воздействия на окружающую среду эквивалентен 100 электромобилем, поэтому процесс электрификации автобусов становится глобальным. Ряд прогнозных оценок указывает на то, что электробусы вытеснят автобусы с двигателями внутреннего сгорания в ближайшей перспективе: уже к 2040 году доля продаж электробусов достигнет 80 % в Китае, Европе и США [13].

## Энергоэффективный безуглеродный город

Климат большей части территории нашей страны более суров и разнообразен, чем в других государствах. Это требует повышенного внимания к теплозащите зданий в холодный период года [14–16]. Но в жарких районах необходимо защищать здания от перегрева вследствие солнечного излуче-

ния и обеспечивать искусственное охлаждение помещений в течение теплого периода года.

В правильно спроектированном здании всегда должно осуществляться регулирование климатических воздействий. Это означает, что в таком здании наилучшим образом должны быть использовано положительное и нейтрализовано отрицательное воздействие наружного климата на энергетический баланс здания. Подвергаясь различным климатическим воздействиям, внешняя оболочка здания должна обеспечивать требуемую теплозащиту помещений, защиту от влаги, иметь необходимые воздухоизоляционные свойства.

В безуглеродном здании количество потребляемой энергии резко уменьшается за счет выбора наилучшей формы здания, высокоэффективной теплоизоляции оболочки, рекуперации тепловой энергии, применения естественной вентиляции, солнцезащиты, широкого использования возобновляемых источников энергии, внедрения современных цифровых технологий. В таких зданиях сбалансированное сочетание пассивных и активных стратегий позволяет обеспечить высокий уровень теплового и визуального комфорта при минимальном энергопотреблении в различных климатических условиях.

Применение кинетических фасадов позволяет создать высокую адаптируемость архитектурного объекта к условиям окружающей среды посредством применения динамических оболочек, имеющих сложную форму, с применением новейших композиционных материалов. Так, кинетические фотоэлементы слежения за Солнцем производят на 30–40 % больше энергии по сравнению с аналогичными системами. Контроль параметров микроклимата помещений способствует повышению уровня их теплового комфорта, при этом в 55 % случаев дискомфорт испытывают менее половины людей [17].

Важно отметить, что регулирование климатических воздействий градостроительными, архитектурно-планировочными и инженерно-техническими методами открывает широкие возможности для создания комфортной энергоэффективной среды, обеспечивая наилучшее самочувствие человека и сокращая энергетические нагрузки на систему климатизации зданий.

## Городской метаболизм

Город представляет собой открытую систему, которая обменивается с окружающей средой энергией, веществом, информацией. Открытые системы сложны. Для них свойственны неустойчивость, неравновесность, нелинейность.

Сегодня растет интерес к пониманию сложных взаимодействий и обратных связей между урбанизацией, потреблением материалов, эффективностью использования энергии и воды, истощением природных ресурсов. Вопрос о том, насколько сильно город влияет на потребление ресурсов, важен, но все еще не до конца понятен.

Городской метаболизм – модель, которая облегчает описание и анализ потоков материалов и энергии внутри городов. Она дает исследователям основу для изучения взаимодействия природных и антропогенных систем.

Главная идея этой модели заключается в том, что город должен потреблять как можно меньше входных потоков



**Рис. 2.** Открытое содержание лактирующих коров в зимний (а) и летний (б) периоды года

(сырья, энергии, природных ископаемых) и выбрасывать как можно меньше выходных потоков (загрязняющих веществ и отходов).

Модель городского метаболизма может служить теоретической базой исследований устойчивого города, так как рассматривает мегаполис как живой организм или симбиотическую экосистему [2].

В линейной модели городского метаболизма город перерабатывает входные потоки и формирует выходные потоки без обратной связи, что приводит к росту потребления и отходов.

В круговой модели городского метаболизма энергетические, массовые и информационные потоки оптимизированы за счет обратной связи, поэтому качество окружающей среды, управления ресурсами и антропогенными выбросами повышается.

Переход от неустойчивого линейного метаболизма к более устойчивому круговому метаболизму требует повторного использования материалов и продуктов. Меньшая потребность в ресурсах и меньшее образование отходов являются главными характеристиками здоровой городской структуры.

Размещение животноводческих комплексов вокруг города замыкает сельскохозяйственную инфраструктуру и способствует дальнейшему повышению устойчивости среды обитания (рис. 2).

Внедрение полученных результатов позволит повысить уровень проектных решений, направленных на создание комфортных условий проживания в городах России. Инновации способствуют созданию нового облика городов и применению передовых российских строительных технологий.

### Литература

1. Al-Shebillawy E. J. K., Korniyenko S., Al-Mossawy B. A. K. Sustainable urban development while preserving its historical and cultural identity // *AlfaBuild*. 2025. Vol. 33. No. 3301. Doi: 10.57728/ALF.33.1.

2. Lehmann S. What is green urbanism? Holistic principles to transform cities for sustainability. In: *Climate change – research and technology for adaptation and mitigation*, 2011.

3. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Принципы ESG в строительстве: Создание устойчивой, экологически ответственной и социально ориентированной среды обитания // *Энергосбережение*. 2025. № 2. С. 4–6.

4. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Создание безопасной среды обитания человека. Здания больные и здания здоровые // *Энергосбережение*. 2021. № 1. С. 4–10.

5. Корниенко С. В. Биомиметика: идеи, вдохновленные природой // *Социология города*. 2021. № 4. С. 27–38.

6. Корниенко С. В., Дикарева Е. А. Анализ городского теплового острова средствами имитационного моделирования (на примере квартала) // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. 2023. № 1 (41). С. 84–95.

7. Антюфеев А. В., Корниенко С. В. Инновационный энергоэффективный квартал «Волжские дворики»: к 30-летию юбилею РААСН // *Academia. Архитектура и строительство*. 2022. № 4. С. 115–122.

8. Корниенко С. В. Реконструкция зданий первых массовых серий по стандартам зеленого строительства // *Социология города*. 2024. № 2. С. 64–76.

9. Корниенко С. В. Город как единая акустическая система // *Энергосбережение*. 2024. № 1. С. 32–35.

10. Keller V., et al. Electricity system and emission impact of direct and indirect electrification of heavy-duty transportation // *Energy*. 2019. Vol. 172. Pp. 740–751.

11. Borén S. Electric buses' sustainability effects, noise, energy use, and costs // *International Journal of Sustainable Transportation*. 2019. No. No. 14(3). Pp. 1–16.

12. Корниенко С. В., Синькевич П. В., Петрянкина М. М., Синькевич Г. Г. Электробус глазами горожан // *Социология города*. 2025. № 1. С. 71–82.

13. Li X., Castellanos S., Maassen A. Emerging trends and innovations for electric bus adoption – a comparative case study of contracting and financing of 22 cities in the Americas, Asia-Pacific, and Europe // *Research in Transportation Economics*. 2018. Vol. 69. Pp. 470–481.

14. Горшков А. С. Градостроительные эксперименты Петербурга // *AlfaBuild*. 2018. № 4(6). Doi: 10.34910/ALF.6.4.

15. Gorshkov A. S., Vatin N. I., Rymkevich P. P. Climate change and the thermal island effect in the million-plus city // *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2020. No. 4(89). Doi: 10.18720/CUBS.89.2.

16. Горшков А. С., Ватин Н. И., Рымкевич П. П. Влияние антропогенных факторов на тепловое загрязнение городской среды // *Энергосбережение*. 2020. № 7. С. 46–51.

17. Корниенко С. В. Биоклиматический анализ помещений в годовом цикле их эксплуатации // *Энергосбережение*. 2025. № 3. С. 34–36. ■