

УДК 692.23

С. В. Корниенко, С. С. Корниенко

Волгоградский государственный технический университет

БИОМИМЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Сформулированы научно обоснованные биомиметические принципы проектирования высотных зданий: «здание — климатическая система», «здание — адаптивная система», «здание — энергоэффективная система», «здание — обновляемая система», «здание — интегрированная система». Реализация творческой концепции на основе биомиметических принципов позволит создать комфортную, энергоэффективную, безуглеродную городскую среду.

Ключевые слова: биомиметика, биомиметическая архитектура, природоподобные технологии, высотные здания, окружающая среда, энергоэффективность, углеродный след.

Введение

Воздействие человека на окружающий мир огромно. По предварительным оценкам [1], масса физической техносферы составляет порядка 30 Тт ($30 \cdot 10^{12}$ т), что эквивалентно давлению на земную поверхность около 580 Па. Это примерно на пять порядков больше, чем общая биомасса людей (350 млн т). На суше физическая техносфера весит около 27,7 Тт. Примерно половина всей суши Земли трансформирована человеком. Средняя толщина искусственного слоя на суше равна 0,26 м.

Урбанизация приводит к ускорению темпов трансформации земной поверхности, что повышает разнообразие техносферы. Это новый феномен, имеющий планетарный масштаб [2, 3].

Здания и сооружения потребляют значительное количество энергии и ресурсов. По подсчетам экспертов [4], здания потребляют около 40 % всей первичной энергии, 67 % всей электроэнергии, 40 % всего сырья, 14 % всех запасов питьевой воды. Они производят 35 % всех выбросов углекислого газа в атмосферу [5].

Комфортность среды и потребление энергии в зданиях в значительной степени зависят от внешних климатических условий, которые постоянно меняются. Требования к тепловому, световому и акустическому комфорту возрастают [6]. Это в свою очередь вызывает дальнейший рост потребления энергии, выбросов CO_2 в атмосферу, капитальных и эксплуатационных затрат [7, 8].

Особую обеспокоенность вызывает высокая скорость глобального потепления из-за повышенных выбросов парниковых газов в атмосферу. Ключевая цель новой климатической политики России — достичь баланса между выбросами и их поглощением к 2060 г.¹ Для решения задач по адаптации и смягчению антропогенного воздействия на климат необходимо повышение энергоэффективности зданий и сооружений, расширение использования возобновляемых и альтернативных источников энергии с низким уровнем вы-

¹ Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2023 № 812.
URL: <https://docs.cntd.ru/document/1303495708?ysclid=ltvwane45p161003054>.

бросов парниковых газов, повышение эффективности производства и потребления тепловой и электрической энергии.

Оболочка здания должна обеспечивать защиту от негативных климатических воздействий. Регулирующая функция оболочки состоит в способности поддерживать требуемый микроклимат помещений, сохраняя положительные свойства наружного климата [9].

Стремительный рост урбанизации требует поиска новых архитектурно-планировочных, конструктивных и инженерных решений высотных зданий [10]. Изучение научной литературы показало растущий интерес отечественных и зарубежных ученых к биомиметике [11—14].

Биомиметика — это имитация моделей, систем и элементов природы для решения сложных задач.

Разработка и развитие природоподобных технологий является стратегическим национальным приоритетным направлением². Применение аппарата биомиметики нацелено на поиск комфортных, жизнеспособных (устойчивых), энергоэффективных решений.

Биомиметика требует системного подхода к изучению объектов (рис. 1) на основе принципов фундаментальности, междисциплинарности и политехничности [15, 16].



Рис. 1. Системный подход к изучению объектов с помощью биомиметического метода

² О развитии природоподобных технологий в Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 02.11.2023 № 818.
URL: <https://docs.cntd.ru/document/1303566453?ysclid=ltvwcyjaw3526092335>.

Аппарат биомиметики достаточно глубоко разработан применительно ко многим областям науки и техники: биороботы, летательные аппараты, конструкционные материалы, нейронные компьютеры и сенсоры, сельскохозяйственные системы. Однако для решения задач архитектурного проектирования высотных зданий биомиметических данных недостаточно, что затрудняет поиск эффективных природоподобных решений.

Целью данного исследования является установление на основе системного подхода биомиметических принципов проектирования высотных зданий.

Главный акцент в статье сделан на исследовании вопросов повышения комфортности и энергоэффективности зданий. Вопросы механической безопасности зданий в работе не рассматривались.

Здание — климатическая система

Актуальным направлением биомиметической архитектуры является развитие концепции кинетических фасадов [17—19].

Кинетический фасад представляет собой дополнительную облицовку, реагирующую на изменение климатических параметров в режиме реального времени. Количество солнечной радиации, поступающей на горизонтальную и вертикальные различно ориентированные поверхности неодинаково (рис. 2, *а*). Регулирование солнечной радиации с помощью кинетических фасадов (рис. 2, *б*) открывает широкие перспективы для улучшения теплового и светового комфорта в зданиях. При этом регулируется естественная освещенность, снижается яркость, устраняются блики на рабочих поверхностях и в интерьере.

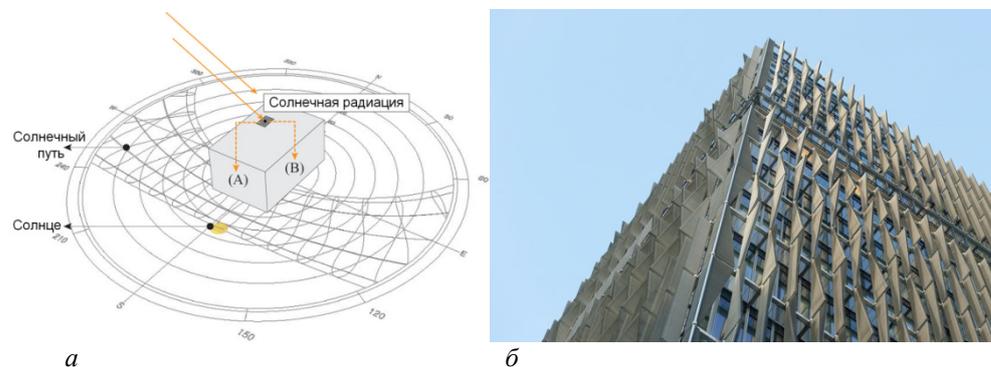


Рис. 2. Кинетический фасад: *а* — схема движения Солнца;
б — кинетический фасад штаб-квартиры ThyssenKrupp Q1 в Эссене, Германия³

Кинетический фасад создает дополнительную изоляцию от транспортного шума [17].

Биомиметический подход положен в основу процесса проектирования кинетических фасадов (рис. 3). Оптимизация теплового комфорта с помощью пассивных методов подразумевает, главным образом, применение систем естественной вентиляции помещений и контроль теплоступлений от солнечного излучения [20]. Биомиметическая форма здания способствует улучшению характеристик воздушных потоков, обтекающих здание, вследствие чего

³ Archdaily.com. URL: <https://www.archdaily.com>.

улучшается терморегуляция здания. Применение регулируемой солнцезащиты способствует снижению энергопотребления и предотвращает перегрев помещений. Правильный выбор конструкций остекления фасадов, включая форму, ориентацию по сторонам горизонта, относительную площадь световых проемов, светопропускающий материал, цвет, отражательную и излучательную способность стекол, существенно улучшает световой и тепловой комфорт [21].



Рис. 3. Проектирование кинетического фасада на основе биомиметического подхода

Регулирование климатических воздействий в режиме реального времени позволяет создать в здании оптимальную тепловую, световую и акустическую среду с минимальными затратами энергии и выбросами парниковых газов. Применение биомиметического подхода расширяет границы регулирования климата от помещения до городской среды [22].

Здание — адаптивная система

Адаптация — важнейший процесс биосистем. Еще Ч. Дарвин отмечал, что только те виды, которые обладают высокой способностью адаптироваться к изменениям окружающей среды — «биологической приспособленностью», будут отобраны природой.

Адаптивность является основой биомиметического подхода. Адаптивность определяет способность оболочки или всего здания реагировать на климатические воздействия, к которым они адаптируются.

Биомиметические модели строят для разных частей зданий, этапов и уровней. Исследуют следующие части зданий: здание в целом, оболочка, фасад, ограждающая конструкция, элемент конструкции.

Различают следующие этапы исследования: научная идея, упрощенная модель, уточненная модель, прототип (опытный образец), производство.

Адаптации подразделяют на три уровня: морфологические, физиологические и поведенческие. Применительно к зданиям наибольший интерес представляет морфологический подход, основанный на изучении формы, конструкций и материалов.

Ярким примером биомиметического решения являются парные башни-небоскребы Аль-Бахр, построенные в Дубае в 2012 г. (рис. 4). Дубай считается одним из самых жарких городов мира. Форма зданий вдохновлена кактусом. Известно, что кактусы хорошо адаптированы к окружающей среде: бережно потребляют воду, продольные ребра кактуса являются своеобразными затеняющими элементами и спасают растение от перегрева в сильную жару.

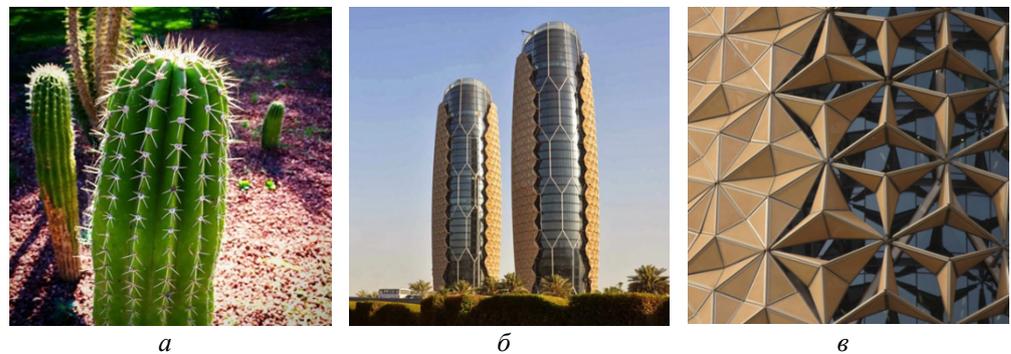


Рис. 4. Биомиметический подход в проектировании: а — *Cactus*; б — общий вид Al Bahr Towers в Дубае, ОАЭ; в — адаптивная фасадная система

Основной задачей архитектора было обеспечить требуемый тепловой режим в офисных помещениях в жаркий период. Для этого создан гигантский экранирующий фасад из множества подвижных элементов. Эти элементы, подобно зонтикам оригами, раскрываются и закрываются в течение дня в зависимости от положения Солнца на небосводе. Подобная «кожа» покрывает практически всю площадь стен, кроме северной стороны. При этом подвижные элементы не только на 50 % сокращают поступление теплоты в здания, но и обеспечивают их вентиляцию, а также уменьшают потребность в искусственном освещении⁴.

Другим примером является раскладывающийся дом Dragspelhuset, расположенный на берегу озера Övre Gla в Швеции (рис. 5)⁵.

Такое решение, изначально вдохновленное превращением кокона в бабочку, хорошо адаптировано к условиям окружающей среды. Здание имеет оригинальную форму, построено из биопозитивных материалов и конструкций. В сложенном виде здание образует двойной фасад, который обеспечива-

⁴ Archdaily.com. URL: <https://www.archdaily.com>.

⁵ Architizer.com. URL: <https://architizer.com/projects/dragspelhuset>.

ет высокую энергоэффективность и дополнительно защищает от холодной и дождливой погоды (см. рис. 5). Трансформируемое здание не нарушает границ земельного участка. В разложенном виде увеличивается полезная площадь здания.

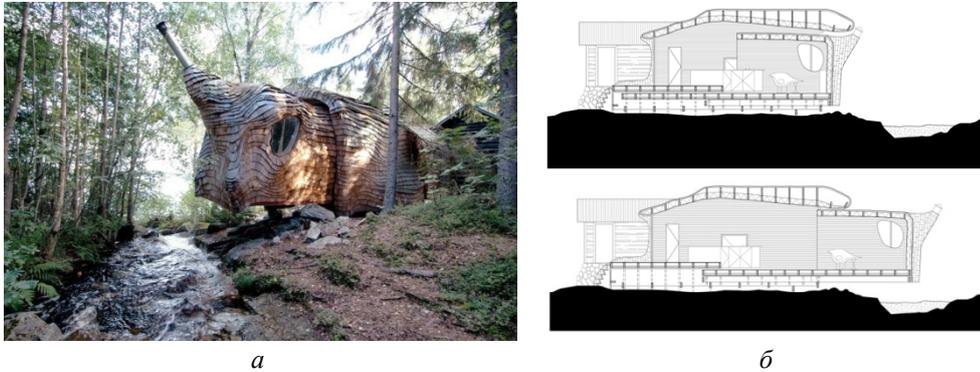


Рис. 5. Раскладывающийся дом Dragspelhuset («дом-гармошка») в Швеции, 2004:
а — общий вид; б — схемы трансформаций⁶

Биомиметический подход требует изучения различных типов движения. Изучение морфологических характеристик природных явлений и процессов позволяет добиться большей приспособляемости зданий к окружающей среде посредством разработки и развития кинетических форм, конструкций и материалов с заданными свойствами.

Здание — энергоэффективная система

Энергосбережение является одним из главных принципов природы. Количество потребляемой энергии в здании можно сократить за счет правильного проектирования оболочки, теплоизоляции ограждающих конструкций, регенерации теплоты в зимний период, солнцезащиты в летний период, применения естественной вентиляции помещений и возобновляемых источников энергии.

В частности, генерация энергии с использованием возобновляемых источников энергии *in situ*, например, солнечного излучения, является эффективным решением, которое может применяться в различных климатических условиях. Следовательно, проектирование элементов оболочки, таких как подвижное затеняющее устройство или кинетический фасад, позволяет создать оптимальные параметры микроклимата в помещениях при минимальных энергетических затратах.

Применение двойного кинетического фасада в 21-этажной офисной башне Manitoba Hydro Place (провинция Манитоба, Канада, 2009), вдохновленного арктическим маком (*Papaver radicum*), позволяет повысить энергоэффективность до 70 % (рис. 6)⁷.

Регулируемые фасадные системы дают возможность сэкономить 20...30 % энергии в коммерческих зданиях, в то время как кинетические фо-

⁶ Architizer.com. URL: <https://architizer.com>.

⁷ Archdaily.com. URL: <https://www.archdaily.com>.

тоэлементы, «следящие» за Солнцем, производят на 30...40 % больше энергии, чем аналогичные фиксированные системы⁸ [23].

Чтобы сбалансировать потребление энергии и обеспечить комфортные условия в помещениях, эффективно применение комбинированного подхода, основанного на пассивной стратегии и активных технологиях.

Пассивная стратегия предполагает получение максимального энергосберегающего эффекта путем совершенствования формы, материалов и конструкций. Оптимизация теплового комфорта с помощью пассивных методов подразумевает, главным образом, применение систем естественной вентиляции помещений, контроль теплопоступлений от солнечного излучения, а также изменение характеристик воздушных потоков за счет биомиметической формы здания.

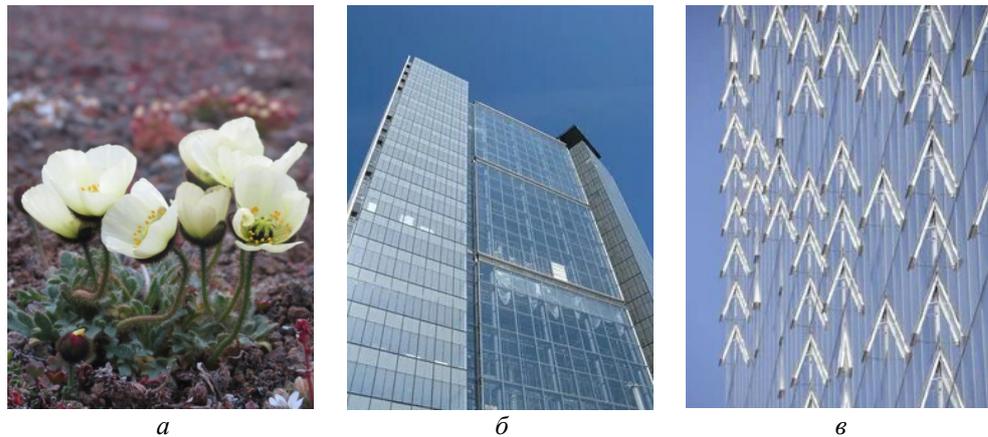


Рис. 6. 21-этажная офисная башня Manitoba Hydro Place:
а — *Papaver radicum*; б — башня Manitoba Hydro Place; в — элемент фасада башни

Активные технологии применяют при реализации интеллектуальных регулирующих функций, например, посредством использования умного электрохромного стекла. Использование автоматизированных систем управления позволяет более точно реагировать на изменения окружающей среды в режиме реального времени.

Биомиметический подход на основе комплексного системного применения пассивной стратегии и элементов активных технологий является новаторским, позволяющим значительно повысить энергоэффективность зданий и сократить углеродный след.

Здание — обновляемая система

Важным процессом развития является обновление антропоморфной среды обитания. Традиционный взгляд на город как систему тысячелетних неизменяемых форм сегодня является сомнительным.

Большое значение имеет автоматизация систем жизнеобеспечения среды обитания, главной целью которой является повышение безопасности, создание комфортных условий, обеспечение максимальной эффективности энерго- и ресурсопотребления. Автоматизированная система управления является технической основой умных зданий [24]. Она предназначена для высокоэф-

⁸ Там же.

фактивной реализации процессов и операций в зданиях и на территории застройки.

Инженерные системы объекта должны быть интегрированы в единый комплекс контроля и управления, включая:

- комфортность среды обитания (тепловлажностный, воздушный, световой и акустический режимы);
- сбор и утилизация отходов;
- водоснабжение и утилизация стоков;
- расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, расход электрической энергии;
- потребление возобновляемых и вторичных энергоресурсов;
- воздействие объекта на окружающую среду.

Результат достигается за счет существенного повышения качества работы систем жизнеобеспечения среды обитания [25, 26].

Применение аппарата биомиметики позволяет разработать научно обоснованные методы обновления антропоморфной среды обитания, повысить ее устойчивость и жизнеспособность, сохранить невозобновляемые природные ресурсы для будущих поколений.

Здание — интегрированная система

Одним из мегатрендов в развитии общества является урбанизация — процесс повышения роли городов. Города представляют собой центры развития современного общества, его материальной и духовной культуры. Однако жизнь в мегаполисах имеет и отрицательные стороны.

Стремительный рост численности городского населения способствует распространению инфекционных заболеваний, возникновению стрессов и неврозов. Рост населения вызывает нехватку жилья, его дороговизну и недоступность. Возникает социальная отчужденность, географическое расслоение по уровню доходов или по национальному признаку. Часто для мегаполисов характерно плохое состояние окружающей среды. Увеличивается расход электроэнергии на кондиционирование воздуха в летний период. Вследствие стремительного роста транспортных средств ухудшается пропускная способность дорог, приводящая к возникновению транспортных проблем.

Негативные последствия урбанизации привели к тому, что в современном постиндустриальном обществе наметилась обратная тенденция — рурализация, т. е. отток городского населения в сельскую местность.

Главной причиной рурализации является развитие цифровых услуг [27]. В связи с этим отпадает необходимость постоянного присутствия на рабочем месте в офисе, а житель поселка точно так же, как и житель крупного города, может получать дистанционное образование, совершать покупки в интернет-магазинах, оплачивать коммунальные услуги и т. д. В случае если требуется поездка в город, скоростной общественный транспорт позволяет сделать это с высоким уровнем комфорта.

Как одновременно учесть положительные стороны урбанизации и рурализации?

Применение биомиметических основ позволяет создать интегрированные функционально-планировочные образования. Согласно футурологической концепции летающих домов, недавно предложенной британскими архитекторами, жители в будущем смогут свободно перемещаться по воздуху с

помощью специальных капсул, оборудованных аэростатами. Интегрирование капсул в каркасную мегаструктуру способствует формированию городской среды нового типа, повышая уровень социального взаимодействия между соседями. Размещение капсул в сельских населенных пунктах отражает дух биопозитивной кочевой архитектуры (рис. 7).

Применение биомиметических подходов может в будущем в корне изменить облик городов.



Рис. 7. Концепция летающих домов Hour Glass:
а — интегрированных в городскую; *б* — в сельскую среду⁹

Выводы

По итогам проведенных системных исследований сформулированы научно обоснованные биомиметические принципы проектирования высотных зданий.

1. Здание — климатическая система. Регулирование климатических воздействий в режиме реального времени позволяет создать в здании оптимальную тепловую, световую и акустическую среду с минимальными затратами энергии и выбросами парниковых газов. Применение биомиметического подхода расширяет границы регулирования климата от помещения до городской среды.

2. Здание — адаптивная система. Изучение морфологических характеристик природных явлений и процессов позволяет добиться большей приспособляемости зданий к окружающей среде посредством разработки и развития кинетических форм, конструкций и материалов с заданными свойствами.

3. Здание — энергоэффективная система. Биомиметический подход на основе комплексного системного применения пассивной стратегии и элементов активных технологий является новаторским, позволяющим значительно повысить энергоэффективность зданий и сократить углеродный след.

4. Здание — обновляемая система. Применение аппарата биомиметики позволяет разработать научно обоснованные методы обновления антропоморфной среды обитания на всех этапах жизненного цикла, в т. ч. при реновации зданий.

5. Здание — интегрированная система. Применение биомиметических основ позволяет создать интегрированные функционально-планировочные

⁹ Realty.rbc.ru. URL: <https://realty.rbc.ru>.

образования. Согласно футурологической концепции летающих домов, недавно предложенной британскими архитекторами, жители в будущем смогут свободно перемещаться по воздуху с помощью специальных капсул, оборудованных аэростатами. Интегрирование капсул в каркасную мегаструктуру способствует формированию городской среды нового типа, повышая уровень социального взаимодействия между соседями. Размещение капсул в сельских населенных пунктах отражает дух биопозитивной кочевой архитектуры.

Указанные принципы являются теоретической основой построения системы понятий для разработки целостной концепции биомиметической архитектуры, что позволяет выйти на новый уровень комфорта, энергоэффективности и защиты окружающей среды.

Благодарности

Материалы статьи заслушаны и получили одобрение на секции «Строительная теплофизика и энергоэффективность высотных зданий» XXII международного конгресса «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология. Саморегулирование», 16 ноября 2023 г. в Санкт-Петербурге.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Zalasiewicz J., Williams M., Waters C. N., Barnosky A. D.* Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective // *The Anthropocene Review*. 2016. No. 29. Pp. 1—14.
2. *Табуницыков Ю. А.* Экология среды обитания человека: реальность, которую игнорировать бесконечно опасно // *АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика*. 2023. № 3. С. 4—15.
3. *Робин В.* Города окружают деревню. Урбанистическая эстетика в культуре постсоциалистического Китая. М. : Academic Studies Press, 2022. 535 с.
4. *Бродач М. М., Шилкин Н. В.* Зеленые здания — требования устойчивого развития // *АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика*. 2023. № 2. С. 56—64.
5. *Табуницыков Ю. А.* Умные безуглеродные города-здания с нулевым энергопотреблением // *АВОК: Энергоэффективные здания. Технологии*. 2016. № 8. С. 4—8.
6. *Табуницыков Ю. А., Бродач М. М.* Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М. : АВОК-Пресс, 2015. 194 с.
7. *Мильков Д. А., Юферев Ю. В., Тютюников А. И., Горшков А. С.* Изменение климата и его влияние на инженерно-энергетический комплекс (на примере Санкт-Петербурга) // *Теплоэнергетика*. 2023. № 3. С. 87—96.
8. *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. Vol. 4. Iss. 89. Pp. 8902.
9. *Табуницыков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В.* Энергоэффективные здания. М. : АВОК-Пресс, 2003. 199 с.
10. *Корниенко С. В.* Энергоэффективность, экологическая безопасность, экономическая эффективность — приоритетные задачи «зеленого» строительства // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2017. Вып. 49(68). С. 167—177.
11. A morphological approach for kinetic façade design process to improve visual and thermal comfort: Review / *S. M. Hosseini, M. Mohammadi, A. Rosemann, T. Schröder, J. Lichtenberg* // *Building and Environment*. 2019. Vol. 153. Pp. 186—204.
12. Biomimetic duct tee for reducing the local resistance of a ventilation and air-conditioning system / *R. Gao, K. Liu, A. Li, Z. Fang, Z. Yang, B. Cong* // *Building and Environment*. 2018. Vol. 129. Pp. 130—141.
13. *Корниенко С. В.* Биомиметика: идеи, вдохновленные природой // *Социология города*. 2021. № 4. С. 27—38.
14. *Taherkhani R., Azimenezhad M.* Human-building interaction: a bibliometric review // *Building and Environment*. 2023. Vol. 242. Pp. 110493.

15. Kuru A., Oldfield P., Bonser S., Fiorito F. Biomimetic adaptive building skins: Energy and environmental regulation in buildings // *Energy and Buildings*. 2019. Vol. 205. Pp. 109544.
16. Касьян А. А. Принцип фундаментальности высшего образования // *Нижегородское образование*. 2013. № 2. С. 11—19.
17. Korniyenko S. V. Progressive trend in adaptive façade system technology: a review // *AlfaBuild*. 2021. Vol. 4. Iss. 19. Pp. 1902.
18. Light-responsive kinetic façade system inspired by the Gazania flower: A biomimetic approach in parametric design for daylighting / F. Sommese, S. M. Hosseini, L. Badarnah, F. Capozzi, S. Giordano, V. Ambrogi, G. Ausiello // *Building and Environment*. 2024. Vol. 247. Pp. 111052.
19. Tabadkani A., Roetzel A., Li H. X., Tsangrassoulis A. Design approaches and typologies of adaptive facades: A review // *Automation in Construction*. 2021. No. 121. Pp. 103450.
20. Nasrollahi N., Shokri E. Daylight illuminance in urban environments for visual comfort and energy performance // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. No. 66. Pp. 861—874.
21. Pesentia M., Maserai G., Fiorito F. Shaping an Origami shading device through visual and thermal simulations // *Energy Procedia*. 2015. No. 78. Pp. 346—351.
22. Korniyenko S. The influence of the sky radiative temperature on the building energy performance // *Magazine of Civil Engineering*. 2022. Vol. 6. Iss. 114. Pp. 11412.
23. Chan A. L. S., Chow T. T., Fong K. F., Lin Z. Investigation on energy performance of double skin façade in Hong Kong // *Energy and Buildings*. 2009. Vol. 41. Iss. 11. Pp. 1135—1142.
24. Korniyenko S., Dubov I., Nazarov K. Field study of thermal comfort in dwelling during the winter, mid-season and summer // *Magazine of Civil Engineering*. 2023. Vol. 5. Iss. 121. Pp. 3—14.
25. Design processes and multi-regulation of biomimetic building skins: A comparative analysis / E. Cruz, T. Hubert, G. Chancoco, O. Naim, N. Chayaamor-Heil, R. Cornette, C. Menezo, L. Badarnah, K. Raskin, F. Aujard // *Energy and Buildings*. 2021. Vol. 246. Pp. 111034.
26. Imani N., Vale B. A framework for finding inspiration in nature: Biomimetic energy efficient building design // *Energy and Buildings*. 2020. Vol. 225. Pp. 110296.
27. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Рурализация: мегатренд постиндустриального общества // *Энергосбережение*. 2019. № 1. С. 4—7.

© Корниенко С. В., Корниенко С. С., 2024

Поступила в редакцию
в январе 2024 г.

Ссылка для цитирования:

Корниенко С. В., Корниенко С. С. Биомиметические принципы проектирования высотных зданий // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 1(94). С. 266—277. DOI: 10.35211/18154360_2024_1_266.

Об авторах:

Корниенко Сергей Валерьевич — д-р техн. наук, советник РААСН, зав. каф. архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; skorn73@mail.ru; ORCID: 0000-0002-5156-7352

Корниенко Софья Сергеевна — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1

Sergey V. Korniyenko, Sofiya S. Korniyenko

Volgograd State Technical University

BIOMIMETIC PRINCIPLES OF HIGH-RISE BUILDING DESIGN

Scientifically based biomimetic principles for designing high-rise buildings are formulated: building is climatic system; building is adaptive system; building is energy efficient system; building is updated system; building is integrated system. The implementation of the creative concept based on the biomimetic principles of designing high-rise buildings will create a comfortable, energy-efficient, carbon-free urban environment.

K e y w o r d s: biomimetics, biomimetic architecture, nature-like technologies, high-rise buildings, environment, energy efficiency, carbon footprint.

For citation:

Korniyenko S. V., Korniyenko S. S. [Biomimetic principles of high-rise building design]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 1, pp. 266—277. DOI: 10.35211/18154360_2024_1_266.

About authors:

Sergey V. Korniyenko — Doctor of Engineering Sciences, Advisor of RAASN, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; skorn73@mail.ru; ORCID: 0000-0002-5156-7352

Sofiya S. Korniyenko — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation