



УДК 72.01

DOI 10.25628/UNIP.2020.47.4.008

БАБИЧ В. Н.
КРЕМЛЕВ А. Г.
ВИТЮК Е. Ю.

**Бабич
Владимир
Николаевич**

доктор технических наук,
заведующий научно-
исследовательской
лабораторией, Уральский
государственный архи-
тектурно-художественный
университет (УралГАХУ),
Екатеринбург, Российская
Федерация

e-mail: v.n.babich@mail.ru



**Кремлев
Александр
Гурьевич**

доктор физико-математи-
ческих наук, профессор,
Уральский федеральный
университет (УрФУ),
Екатеринбург, Российская
Федерация

e-mail: kremlev001@mail.ru



**Витюк
Екатерина
Юрьевна**

кандидат архитектуры,
начальник научно-
исследовательской части,
Уральский государствен-
ный архитектурно-худо-
жественный университет
(УралГАХУ), Екатеринбург,
Российская Федерация

e-mail: help_nir@mail.ru

Динамика архитектурных объектов как характеристика архитектуры будущего

Динамика архитектурных сооружений приобретает большое значение в ситуации конкурентной борьбы городов в сфере экономического развития, активизации туристических потоков, бизнеса, а также формирования неповторимого облика, уникальности городской среды, демонстрации через архитектуру статуса города. Динамика в архитектуре может достигаться двумя способами: визуальной иллюзией и реальной трансформацией объекта. Визуальная иллюзия рождает художественный образ, производящий впечатление на зрителя активности формы. Динамичность сооружения за счет трансформации конструкции (поворот, складывание и т.п.) позволяет не только подчеркивать уникальность объекта, но и повышать эффективность его использования, адаптируя под конкретные требования.

Ключевые слова: динамика, архитектура, зрительный образ, уникальность, трансформация здания, инновация.

BABICH V. N., KREMLEV A. G., VITYUK E. Yu.

DYNAMICS OF ARCHITECTURAL OBJECTS AS AN CHARACTERISTIC OF FUTURE ARCHITECTURE

The dynamics of architectural structures is of great importance, because cities compete with each other. They are fighting for economic development, for an increase in the number of tourists, for business development. Cities compete for the original look and uniqueness of the urban environment. Demonstrate city status through architecture. Dynamics in architecture can be achieved in two ways: visual illusion and real transformation of the object. Visual illusion gives rise to an artistic image. It impresses the viewer that the building is moving. The dynamism of the object through the transformation of the structure (rotation, folding, etc.) allows you to highlight the uniqueness of the object, increase its efficiency, adapt to specific requirements.

Keywords: dynamics, architecture, visual image, uniqueness, building transformation, innovation.

Динамика архитектурных сооружений приобретает большое значение в ситуации конкурентной борьбы городов в сфере экономического развития, активизации туристических потоков, бизнеса, а также формирования неповторимого облика, уникальности городской среды, демонстрации через архитектуру статуса города. Научно-технический прогресс и его результативное инновационное выражение в архитектурно-строительной сфере (появление и использование новых технологий, материалов, конструкций, внедрение автоматических программно-управляемых систем (роботизация), применение рациональных способов организации произ-

водства, рост материальных возможностей, социальных и культурных потребностей общества, а также изменение требований общества к зданиям и сооружениям) обусловили появление нового подхода в архитектурном формообразовании. Одним из самых востребованных свойств архитектурных объектов стала динамика.

Цель статьи связана с исследованием способов достижения динамичности объектов в архитектуре.

Методы исследования: сбор, систематизация и классификация информации об объектах, обладающих указанным свойством; метод сравнения; аналитический метод; синергетический

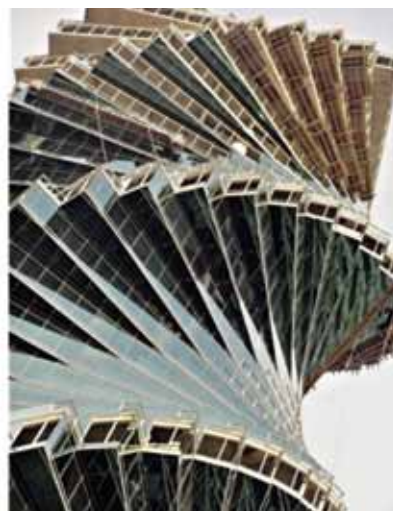


Иллюстрация 1. Примеры достижения эффекта динамики художественными средствами: небоскреб «Башня Революции». Панама-Сити. Арх.: Pinzón Lozano & Asociados. 2003–2008 гг. Источник: <https://m-arch.livejournal.com/1361166.html>

подход (рассмотрение вопроса на междисциплинарном уровне).

Вопросу формообразования в архитектуре посвящено множество научных исследований, однако немногие из них рассматривают проблему на междисциплинарном уровне. Теоретической базой для данного исследования стали работы таких ученых, как:

1) в области архитектурного формообразования: Н. А. Сапрыкина, А. В. Коротич, М. В. Шубенков, Е. Г. Лапшина, Д. Л. Мелодинский, А. Г. Раппопорт, Ю. С. Янковская, О. В. Воличенко, Л. В. Савельева и др.;

2) в области инновационного подхода к объектам города: А. В. Теркина, Ч. Лэндри, А. В. Барышева, В. И. Аверченко, В. Г. Медынский, Н. М. Фонштейн и др.;

3) в области архитектурной психологии и визуального восприятия: А. В. Степанов, М. И. Туркина, А. Л. Титов, С. В. Норенков и др.

Динамика в архитектуре (динамичность архитектурной формы, архитектурная динамика) может быть выражена как посредством ее художественной имитации, так и путем создания способных к реальному движению (трансформации конструкций) зданий и сооружений или их частей (фасад, фрагмент фасада, этаж, кровля и т. п.) [15, 16].

Художественная имитация динамики основана на визуальном восприятии архитектурного объекта, когда создается иллюзия (впечатление) движения объекта, который при этом остается физически неподвижным. Такая визуальная иллюзия исходит из определенных внешних характеристик (свойств)

воспринимаемой архитектурно-художественной формы, обеспеченных определенными композиционными приемами. Например, «равенство или нюанс отношений величин по трем координатам пространства характеризует относительную статичность формы. Контраст в отношениях создает динамику как “зрительное движение” в направлении преобладающей величины. Это в равной степени относится как к объемным, так и к пространственным формам» [2].

Вертикальный динамизм современных высотных зданий может дополняться сдвижкой объемов, изогнутостью или спиралевидностью вертикалей, что усиливает динамический эффект в процессе визуального восприятия архитектурного объекта (Иллюстрации 1, 2).

Сильная динамика передается с помощью деструктивных форм, создающих внешнюю иллюзию изменения здания (деформации, разрушения, поворота). Такие деконструктивистские проекты порождают противоречивые эстетические оценки, вызванные, в частности, ощущением беспорядка (обилие острых углов, выступающие отовсюду части конструкций, инженерных коммуникаций, перекошенные окна, проемы, стоящие под углом опоры) [9].

Еще одним способом создания динамичной архитектуры является использование биоморфных образов (имитации природных форм). Биоморфизм проявляется в стиле био-тек, при этом часто присутствуют криволинейные поверхности, изгибы, асимметричные формы, характерные для живых организмов. Помимо иллюзий движения,



Иллюстрация 2. Пример достижения эффекта динамики художественными средствами: небоскребы The Absolute Towers. Миссиссога. Арх.: MAD Architects. 2006 г. Источник: <http://www.abitant.com/posts/absolute-towers-ot-mad-architects>

создаваемых геометрией формы, соотношением светотени и оптических искажений, при зрительном восприятии сооружения возникает ассоциация с объектами живой природы, также рождающая динамику физически статичного объекта (Иллюстрация 3).

В динамичной композиции непременно присутствует (в зрительском представлении) потенция развития, изменения, определенная направленность. Динамизм формы несет в себе некую художественную идею, смысловое назначение которой — отразить движение, например, типа «стремление» (динамика вер-



Иллюстрация 3. Пример биоморфизма архитектурного объекта с динамичной формой: музей современного искусства Kunsthau. Грац, Австрия. Арх.: П. Кук и К. Фурнье. 2003 г. Источник: <http://www.crab-studio.com>



Иллюстрация 4. Трансформация пространства посредством применения медиа-фасада. Лидер-Тауэр, С.-Петербург. Арх.: Лидер-групп. 2013 г. Источник: <https://karpovka.com/2017/02/26/322738/>

тикали), «направление» (динамика наклона), «разрушение» (динамика разброса), «спираль» (динамика закручивания) и др.

В процессе создания образного представления динамики архитектурного объекта (понимания идеи «движения») участвуют три взаимосвязанных составляющих: морфология (объективные характеристики архитектурной формы: геометрические очертания, величина, положение в пространстве, масса, расчлененность, фактура, цвет, све-

тотень), символика (смысл, значение и ценность, приписываемые форме с данной морфологией) и феноменология (личностные смыслы и оценки, возникающие в индивидуальном сознании).

Чаще всего символическое значение архитектурной формы выражается метафорой, смысл которой определяется в соответствии с идейным замыслом автора. Определенную роль играет перцептивный опыт зрителя для понимания смысла, заложенного в архитектурной метафоре. В то же время «символические значения архитектурных форм могут быть неоднозначными. Одна и та же форма может иметь разный смысл в разных культурных контекстах» [6]. Также один и тот же объект может вызывать у зрителей разную эстетическую реакцию.

Достичь эффекта «живой архитектуры» можно также посредством интерактивных и световых технологий, выражающихся во всевозможных видах мультимедиа-фасадов, подсветки, проекции [10, 11]. В данном случае форма самого объекта может быть статичной и довольно простой. Все эффекты динамики накладываются поверх ее.

Динамичный интерактивный контент медиа-фасадов поддерживает темп городской жизни, определяет информационное взаимодействие окружающей среды с человеком, оказывает на него эмоциональное воздействие. С другой стороны — это постоянное обновление городской среды, создание различных эмоциональных ощущений от пребывания в одной и той же структуре, создание иллюзии изменения масштаба и фор-

мы пространства. Этого эффекта можно добиться путем размещения на этих экранах конкретных изображений существующих объектов (фотографий или видео природных и урбанистических пейзажей, фасадов), использования медиа-фасада как рекламного щита или телевизора (для трансляции новостей, концертов и т. п.), трансляции цветосветовых композиций.

Инновационным решением, сочетающим инженерные требования (энергосбережение, шумо-, теплозащита, экологичность) и художественный замысел, является использование интеллектуальных фасадов, которые могут изменять свои внешние характеристики (интерактивность) в соответствии с изменяющимися климатическими условиями. «Интеллектуальность» фасадов заключается в реакции датчиков на состояние окружающей среды и контроль ресурсов: естественной вентиляции, естественного освещения, обогрева и охлаждения помещений высотного здания. Технологически такие фасады представляют собой фасады с двойным остеклением. Пространство между двумя остеклениями выступает в качестве термической буферной зоны, которая сокращает потери тепла и обеспечивает пассивный нагрев за счет использования солнечной энергии. Помимо этого, в пространстве между остеклениями устанавливаются автоматически управляемые жалюзи, защищающие от яркого и прямого солнечного света и открывающиеся в пасмурную погоду, а также выполняется регулируемая вентиляция между двумя остекленными поверхностями [3]. Интеллектуальные стеклянные фасады интерактивно реагируют на изменяющиеся климатические условия, качественно характеризуются оптическими, акустическими, энергосберегающими и экологическими свойствами. Кинетические элементы скрыты в буферной зоне между двумя остеклениями, поэтому эстетические функции выполняет внешняя остекленная поверхность фасада. Стекло с изменяющимися непрозрачными оптическими свойствами (смарт-стекло) может использоваться в фасадных цветопанелях.

Например, фасад здания Лидер-Тауэр в Санкт-Петербурге способен «растворяться» в среде, имитируя небосвод, или создавать иллюзию изгибов и изломов на поверхности. При этом основой объекта служит простая форма параллелепипеда (Иллюстрация 4).



Иллюстрация 5. Примеры сооружений с подвижными частями фасадных конструкций: 1 — арт-центр. Шанхай. Арх.: бюро Нормана Фостера и студии Т. Хизервика. 2017 г. Источник: <https://www.fosterandpartners.com/projects/>; 2 — башни Аль Бахар, Абу-Даби. Арх.: Aedas Architects. 2012 г. Источник: <https://www.architime.ru>

Художественная имитация динамики архитектурного объекта — это все же условное, символическое представление «движения» формы, передаваемое через чувственное восприятие морфологических качеств объекта, вызывающих образные ассоциации, наделенные смысловыми значениями. При этом «никакими точно обоснованными правилами нельзя установить законы и нормы присутствия динамики в архитектуре. Понятие динамики принадлежит к числу, так называемых, «понятий высшего порядка»» [8].

Важнейшую роль при строительстве архитектурных объектов со сложными конструктивно-морфологическими характеристиками играют новейшие методики проектирования. Современная практика решения архитектурно-строительных задач характеризуется высоким уровнем применения информационных технологий, BIM-моделирования, сменившим CAD-подход, а также параметрического проектирования.

Эволюция компьютерных методов поддержки архитектурного проектирования способствует появлению новых способов архитектурного формообразования на основе алгоритмизации процедуры генерирования архитектурных форм. Возможности современных информационных технологий стимулируют поиск новых архитектурных форм, обеспечивают комплексное архитектурное решение. Создаваемые таким способом объекты поражают воображение, становятся символами места, элементом бренда территории. Однако сложность их конструктивного решения несколько уступает второму способу создания динамики в архитектурных объектах — конструкций, способных двигаться в прямом смысле этого слова. В настоящее время получила развитие междисциплинарная область архитектурно-инженерного творчества по созданию зданий и сооружений (либо их фрагментов), способных к изменению собственной формы, а также различным движениям.

Современный уровень развития архитектурного проектирования и строительных технологий позволяет использовать при создании проектов зданий и других сооружений методы трансформации (изменения формы, объема в результате движения или преобразования конструкций и/или фасада здания). Конструктивно динамика здания определяется трансформацией фасадных систем, кровли, вращением этажей, подвижной структурой здания.

Здания с подвижной структурой характеризуются расширением спектра возможностей их использования (полифункциональность, изменение объемов, создание комфортного микроклимата, создание более выгодных условий созерцания и т. п.). Одной из важных характеристик такого объекта становится способность к адаптации при изменении внешних условий. Рассмотрим его на примере башен Аль Бахар, которые возведены в условиях жаркого климата ОАЭ [7]. Для этой территории защита от прямых солнечных лучей является одной из функций архитектуры, которая в форме проявляется различными способами, в частности в виде козырьков, зонтиков, навесов, жалюзи и т. п. Применен прием заслонения фасада (световых проемов) от солнца: по всей поверхности сооружения расположены конструкции из шести треугольников, способных складываться в виде трехконечной звезды или раскрываться, образуя большой составной треугольник, в зависимости от времени суток (расположения солнца на небе и угла падения солнечных лучей) (Иллюстрация 5).

Арт-центр в Шанхае знаменит благодаря уникальному объемно-пространственному решению, напоминающему орган, а также способностью фасада, представляющего собой три слоя из бронзовых труб разной длины («бамбуковые кулисы»), двигаться [12]. Это позволяет приспособить центр к различным вариантам представлений,

например, открыть балкон и сцену для восприятия их со стороны улицы.

В Тегеране построен жилой дом, площадь которого можно увеличить путем выдвижения блоков, напоминающих деревянные ящички, наружу. Это пример динамики другого порядка, когда способностью к движению наделена не оболочка, а внутренняя часть, ввиду чего конструктивное решение объекта усложняется. Многим знаком тип трансформации интерьера за счет подвижных и трансформирующихся перегородок, но в этом случае нет нагрузки на остов здания, не возникают дополнительные точечные напряжения конструкций или вибрации от вращения и движения. При возведении дома Sharifi-ha архитекторам пришлось решать задачу по размещению вращающихся платформ и гашению дополнительных усилий [14].

Интересна постройка С. Калатравы Burke Brise Soleil — павильон комплекса Квадраччи в Милуоки (США), представляющий собой динамичную конструкцию с огромными крыльями для защиты от солнца, которая снабжена датчиками контроля состояния погоды, например, силы ветра [13]. Творчество С. Калатравы основано на построении формы в прямой зависимости от физических законов, т.е. от тех нагрузок, которые испытывает конструкция здания. Отдельные элементы конструкции получают криволинейные формы в зависимости от величины тех сил, которые возникают при работе на растяжение, сжатие, кручение и др.

Однако важнейшей характеристикой таких сооружений стоит указать синергию, возникающую при «погружении» динамической структуры в сложившуюся городскую среду и формировании множества связей между новым объектом и окружением. Бесспорно, такой подход к формообразованию делает здание уникальным центром притяжения людских потоков (работники и посетители объекта, прохожие, туристы и пр.), за которыми тянутся популярность, известность, узнаваемость; растет экономический эффект как от самого сооружения, так и от близрасположенных объектов [1]. Иными словами, строительство здания с применением инновационного подхода к формообразованию становится своеобразным толчком для устойчивого развития территории, где оно возведено, даже если речь идет о депрессивных и маргинальных участках городской среды. Это также во многом связано с психофизиологическим и эмоциональ-

ным состоянием людей, находящихся в зоне восприятия таких сооружений, что еще раз подчеркивает необходимость включения динамичных объектов в городскую среду и учета их специфики в процессе проектирования [4]. Понимание возможного усиления агрессивности объекта за счет динамичности его формы (что отразится и на городской среде, в которую будет помещен такой объект) требует деликатного подхода к его созданию и особых навыков (компетенций) от архитектора [5].

Заключение

Динамика объектов архитектуры выполняет две важные задачи в пространстве современных городов. Во-первых, это формирование уникального зрительного образа, запоминающегося, яркого, влияющего на формирование бренда территории, а также на повышение комфорта навигации в городской среде. Во-вторых, это формирование условий для адаптации сооружения к изменяющимся требованиям и условиям внешней среды (для объектов с подвижной структурой). Это, в свою очередь, является ярким проявлением инновационности в архитектуре и приводит к повышению экономической эффективности территории, прилежащей к такому сооружению.

Список использованной литературы

- 1 Бабич В.Н., Кремлев А.Г. Инновационная модель бизнес-процесса. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 184 с.
- 2 Кринский В.Ф., Ламцов И.В., Туркус М.А. Элементы архитектурно-пространственной композиции: учеб. пособие. — М.: Стройиздат, 1968. — 168 с.
- 3 Магай А.А., Семикин П.П. Инновационные технологии в остеклении фасадов высотных зданий // Энергосовет: электронный журнал. — 2012. — № 4 (23). — URL: <http://www.energsovet.ru/bulstat.php?id=314> (дата обращения: 08.05.2019).
- 4 Мелодинский Д.Л. Динамика в архитектурной композиции. Психологические основания // Architecture and Modern Information Technologies. — 2017. — № 2 (39). — С. 215–226.
- 5 Мелодинский Д.Л. Недолговечность срока службы зданий в парадигме дизайн-архитектуры // Architecture and Modern Information Technologies. — 2020. — № 1 (50). — С. 9–22.

- 6 Раппопорт А.Г. К пониманию архитектурной формы: дис. ... д-ра искусствоведения: 18.00.01 / А.Г. Раппопорт. — М., 2000. — 130 с.
- 7 Точилова Н. Башни Аль Бахар в Абу-Даби с кинетическими энергоэффективными фасадами — сочетание традиций и современных технологий // Architime. ru — URL: https://www.architime.ru/specarch/aedas_architects/al_bakhar.htm#1.jpg (дата обращения: 12.05.2019).
- 8 Черников Я.Г. Основы современной архитектуры. — Л.: Изд. Ленинградского общества архитекторов, 1930. — 128 с.
- 9 Absolute towers от MAD architects // Abitant.com: Abitant. — URL: <http://www.abitant.com/posts/absolute-towers-ot-mad-architects> (дата обращения: 21.08.2019).
- 10 Building Dynamics: Exploring Architecture of Change: International Symposium (Friday and Saturday, April 26 & 27, 2013). Organized by the Laboratory for Integrative Design (LID). Faculty of Environmental Design, University of Calgary // Building Dynamics. org. — 2013. — URL: <https://buildingdynamics.org> (дата обращения: 16.02.2020).
- 11 Fairs M. Dynamic Architecture in Dubai // Dezeen: architecture and design magazine. — 2007. — URL: <https://www.dezeen.com/2007/05/25/dynamic-architecture-in-dubai/> (дата обращения: 27.02.2020).
- 12 Foster + Partners: official website. — URL: <https://www.fosterandpartners.com/projects/> (дата обращения: 23.08.2019).
- 13 Milwaukee Art Museum Takes Flight // Solaripedia.com. — URL: https://www.solaripedia.com/13/375/milwaukee_art_museum_takes_flight.html (дата обращения: 08.06.2019).
- 14 Nextoffice: official website. — URL: <http://nextoffice.ir/#1/project/> (дата обращения: 05.11.2019).
- 15 Smith P.F. Dynamics of Delight: Architecture and Aesthetics. — London & New York: Routledge, 2003. — 240 p.
- 16 Ullmann F. Basics: Architecture and Dynamics. — Springer Wien New York: Springer-Verlag/Wien. Printed in Austria, 2011. — 205 p.
- 17 Yoneda Y. Tropicool at mushroom-city // Inhabitat.com — 2009. — URL: <https://inhabitat.com/tropicool-at-kl-mushroom-city/> (дата обращения: 11.12.2019).

References

- 1 Babich V.N., Kremlev A.G. Innovacionnaya model' biznes-processa. — Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2014. — 184 s.
- 2 Krinskij V.F., Lamcov I.V., Turkus M.A. Elementy arhitekturno-prostranstvennoj kompozicii: ucheb. posobie. — M.: Strojizdat, 1968. — 168 s.
- 3 Magaj A.A., Semikin P.P. Innovacionnye tekhnologii v osteklenii fasadov vysotnyh zdaniy // Energosovet: elektronnyj zhurnal. — 2012. — № 4 (23). — URL: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=314 (data obrashcheniya: 08.05.2019).
- 4 Melodinskij D.L. Dinamika v arhitekturnoj kompozicii. Psihologicheskie osnovaniya // Architecture and Modern Information Technologies. — 2017. — № 2 (39). — S. 215–226.
- 5 Melodinskij D.L. Nedolgovechnost' sroka sluzhby zdaniy v paradigme dizajn-arhitektury // Architecture and Modern Information Technologies. — 2020. — № 1 (50). — S. 9–22.
- 6 Rappoport A.G. K ponimaniyu arhitekturnoj formy: dis. ... d-ra iskusstvovedeniya: 18.00.01 / A.G. Rappoport. — M., 2000. — 130 s.
- 7 Tochilova N. Bashni Al' Bahar v Abu-Dabi s kineticheskimi energoeffektivnymi fasadami — sochetanie traditsij i sovremennyh tekhnologij // Architime.ru — URL: https://www.architime.ru/specarch/aedas_architects/al_bakhar.htm#1.jpg (data obrashcheniya: 12.05.2019).
- 8 Chernihov Ya. G. Osnovy sovremennoj arhitektury. — L.: Izd. Leningradskogo obshchestva arhitektorov, 1930. — 128 s.
- 9 Absolute towers of MAD architects // Abitant.com: Abitant. — URL: <http://www.abitant.com/posts/absolute-towers-of-mad-architects> (data obrashcheniya: 21.08.2019).
- 10 Building Dynamics: Exploring Architecture of Change: International Symposium (Friday and Saturday, April 26 & 27, 2013). Organized by the Laboratory for Integrative Design (LID). Faculty of Environmental Design, University of Calgary // Building Dynamics.org. — 2013. — URL: <https://buildingdynamics.org> (data obrashcheniya: 16.02.2020).
- 11 Fairs M. Dynamic Architecture in Dubai // Dezeen: architecture and design magazine. — 2007. — URL: <https://www.dezeen.com/2007/05/25/dynamic-architecture-in-dubai/> (data obrashcheniya: 27.02.2020).
- 12 Foster + Partners: official website. — URL: <https://www.fosterandpartners.com/projects/> (data obrashcheniya: 23.08.2019).
- 13 Milwaukee Art Museum Takes Flight // Solaripedia.com. — URL: https://www.solaripedia.com/13/375/milwaukee_art_museum_takes_flight.html (data obrashcheniya: 08.06.2019).
- 14 Nextoffice: official website. — URL: <http://nextoffice.ir/#!/project/> (data obrashcheniya: 05.11.2019).
- 15 Smith P.F. Dynamics of Delight: Architecture and Aesthetics. — London & New York: Routledge, 2003. — 240 p.
- 16 Ullmann F. Basics: Architecture and Dynamics. — Springer Wien New York; Springer-Verlag/Wien. Printed in Austria, 2011. — 205 p.
- 17 Yoneda Y. Tropicool at mushroom-city // Inhabitat.com — 2009. — URL: <https://inhabitat.com/tropicool-at-kl-mushroom-city/> (data obrashcheniya: 11.12.2019).

Vladimir Babich

Doctor of Technical Sciences, head of the research laboratory, Ural state University of architecture and art (USUAA), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: v.n.babich@mail.ru

Alexander Kremlev

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Ural Federal University (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: kremlev001@mail.ru

Ekaterina Vityuk

Candidate of Architecture, head of research department, Ural State University of architecture and art (USUAA), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: help_nir@mail.ru

Статья поступила в редакцию в июле 2020 г.
Опубликована в декабре 2020 г.