

ДЕКТЕРЕВ С. А. ORCID: 0000-0002-9208-1359
 ВИННИЦКИЙ М. В. ORCID: 0000-0003-2610-074X

Инновационное технологическое оборудование в формообразовании современных зданий



**Дектерев
Сергей
Александрович**

кандидат архитектуры,
профессор, Уральский
государственный архи-
тектурно-художественный
университет

e-mail:
sergeydegterev@mail.ru



**Винницкий
Максим
Валерьевич**

кандидат архитектуры,
доцент, Уральский государ-
ственный архитектурно-ху-
дожественный университет

e-mail:
miskam2007@yandex.ru

В статье дается краткая характеристика современным инновационным технологическим решениям в области энергоэффективности и энергосбережения, применяемым в архитектурных объектах. Описывается формообразующий и художественный потенциал элементов инженерно-технологического оборудования во взаимодействии с объемно-пространственной и образной сущностями зданий и комплексов. Предлагается группировка технологических элементов по степени участия в формировании формы и эстетики в архитектуре.

Ключевые слова: современная архитектура, современные здания, инновационные технологии, оборудование, энергоэффективность, формообразование в архитектуре, эстетика технологических элементов.

DEKTEREV S. A., VINNITSKIY M. V.

INNOVATIVE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT IN THE SHAPING OF CONTEMPORARY BUILDINGS

The article gives a brief description of modern innovative technological solutions in the field of energy efficiency and energy saving, used in architectural objects. The form-building and artistic potential of engineering-technological system elements are described in interaction with the volume-spatial and figurative entities of buildings and complexes. A grouping of technological elements is proposed according to the degree of participation in shaping the form and aesthetics in the architecture.

Keyword: contemporary architecture, modern buildings, innovative technologies, equipment, energy efficiency, shaping in architecture, aesthetics of technological elements.

В современной архитектуре широко применяются инновационно-технологические достижения. Изобретения в электронике, нанотехнологиях, биотехнологии стимулируют развитие строительных конструкций, материалов, инженерного оборудования зданий. Появляются материалы со свойствами самоочищения, самовосстановления, аккумуляции энергии, компенсации усадки грунта и т. п. [2–4]. Новейшие материалы могут обладать «интеллектуальными» свойствами, такими как адаптивность, память, ассоциативность [8].

Свойства и визуальные характеристики материалов определяются в соответствии с технологической, экономической целесообразностью и стремлением к максимальной эффективности заданных свойств. Органичное и эстетически осмысленное внедрение технологических элементов в объекты архитектуры — важная задача, обуславливающая актуальность данной статьи.

Цель статьи — определение роли высоко-технологичного энергоэффективного оборудования в архитектурном формообразовании, выявление эстетического потенциала видимых элементов оборудования.

В рамках структурно-функционального подхода в исследовании последовательно применены методы наблюдения, индуктивного анализа релевантной архитектурно-проектной практики и синтетической классификации полученных результатов.

Современный подход к строительству рассматривает здание как органичный элемент экосистемы. Согласно данной концепции, здания встраиваются в существующую природную или техногенную среду, оказывая на нее минимальное или нулевое негативное воздействие и обеспечивая при этом максимальный комфорт человеку [9]. Особенно актуальны в настоящее время такие направления, как энергоэффективность и энергосбережение в строительстве. Суть их заключается в рацио-



Иллюстрация 1. Участие инновационных технологических систем в формировании объектов архитектуры.
Авторы: С. А. Дектерев, М. В. Винницкий

нальном и экономичном использовании материалов и технологий, применении альтернативных источников энергии [4].

Технологическое оборудование при внедрении в архитектуру нуждается в органичной увязке с объемно-пространственной, конструктивной, материальной структурой здания. Важной задачей архитектурного творчества становится художественно-образное осмысление видимых элементов инновационных систем, определение их места и роли в объемно-пространственной композиции комплекса.

Инновационные технологии по-разному влияют на объемно-пространственные и художественные характеристики архитектуры. Некоторые инновационные материалы встраиваются в конструктивно-тектоническую сущность здания и не оказывают существенного влияния на формообразование и эстетические качества архитектуры. Например, такие материалы, как нанобетон, фибробетон, углеволокно, пеностекло, аэрогели значительно улучшают конструктивные характеристики и теплоэффективность зданий, при этом могут никак не влиять на их художественные аспекты [2, 9].

Отдельно нужно остановиться на инновационных технологических системах в архитектуре, в состав которых входят элементы и модули, видимые в экстерьере зданий и участвующие в создании формы и эстетики объекта архитектуры.

В свете энергоэффективности и энергосбережения в архитектуру активно внедряются системы использования альтернативных источников энергии, например: солнечные батареи, солнечные коллекторы, установки ветрогенерации. Взаимодействуя с внешними природными факторами (солнечным светом, ветром), они преобразуют их энергию в электрическую или тепловую и направляют ее в систему энергопотребления здания. Из этого следует необходимость размещения технологических элементов в экстерьере зданий. Приемниками солнечной энергии в солнечных батареях и коллекторах являются плоские изделия с верхним слоем из стекла или пленки, как правило, квадратной или прямоугольной формы, комбинируемые в панели. В ветрогенераторах взаимодействие с потоками воздуха происходит в ветротурбинах, имеющих вращающиеся части с лопастями и стационарные элементы.

Вопросам внедрения систем альтернативной энергетики в архитектуру посвящен ряд исследований [5, 6, 10, 12]. Основываясь на личном опыте исследований и обзоре новейшей архитектурно-проектной практики в изучаемом вопросе, авторами предложена классификация объектов архитектуры по степени участия элементов инновационных технологических систем в формировании объемно-пространственных и художественных характеристик зданий (Иллюстрация 1):



Иллюстрация 2. Проект здания штаб-квартиры энергетической корпорации Masdar. Масдар, ОАЭ. Арх.: Foster и партнеры. 2007 г. Источник: <https://www.rwa.com/rwa/project-detail.php?ids=136> (дата обращения: 14.04.2019)

- 1) формообразующая роль элементов технологических систем в архитектуре;
- 2) участие элементов технологических систем в частях и конструкциях зданий;
- 3) технологические элементы как дополнительные модули в структуре здания.

Рассмотрим на примерах возможности выразительных архитектурных решений зданий и комплексов этих групп.

1 Формообразующая роль элементов технологических систем в архитектуре

С 2007 г. реализуется проект экогорода Масдар в ОАЭ с обеспечением энергией из возобновляемых источников, минимальными выбросами углекислого газа и полной переработкой отходов [13]. Одним из центральных объектов города станет здание штаб-квартиры энергетической корпорации Masdar площадью около 110 тыс. кв. м, которое получит наивысшую степень энергоэффективности и выйдет за пределы нулевого энергопотребления (Иллюстрация 2).

Другим примером внедрения инновационных технологий в архитектуру является проект многофункционального жилого комплекса Ворота Гелиополиса (The Gate Heliopolis) в Каире. Проект позиционируется как пример устойчивой гиперэкосистемы, основанной на принципах «зеленой архитектуры» [17] (Иллюстрация 3).

В обоих проектах использованы интерпретированные традиционные арабские ветровые башни (бадгиры) — высокие сооружения, служащие для проветривания и охлаждения воздуха [1]. Они послужили функциональным и художественным прообразом конусных конструкций, поднимающихся от самых нижних этажей до покрытия. Конусные воронки в оболочках комплексов являются естественной пассивной системой охлаждения воздуха, служат для освещения внутренних дворов [17]. Они задают основной ритм и архитектурные акценты в каждом проекте.



Иллюстрация 3. Проект комплекса Ворота Гелиополиса (The Gate Heliopolis). Каир, Египет. Арх.: Vincent Callebaut Architectures. 2014 г. Источник: <https://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1773369> (дата обращения: 14.04.2019)



Иллюстрация 5. Проект здания COR. Майами, США. Арх.: OPPENheim architecture + design. 2006 г. Источник: <https://multiurok.ru/blog/zdaniie-cor-maiami-ssha.html> (дата обращения: 17.04.2019)



Иллюстрация 4. Здание Sun-Moon Mansion. Дэцжоу, Китай. Арх. Хуан Мин (Huang Ming). 2009 г. Источник: <https://inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2010/05/Sun-Moon-Mansion-4.jpg> (дата обращения: 17.04.2019)



Иллюстрация 6. Павильон Endesa Pavilion. Барселона, Испания. Арх.: бюро Margen-lab. 2011 г. Источник: <http://architizer-prod.imgix.net/media/1407500304856EndesaPavillionArchitizer.jpg?q=60&auto=format,compress&cs=strip&w=1680> (дата обращения: 14.04.2019)

Еще один пример, в котором основой архитектурной формы и композиции стали структуры из солнечных батарей, — здание Sun-Moon Mansion в городе Дэцжоу, Китай (Иллюстрация 4). Многофункциональные корпуса объединены двумя лаконичными полукольцами кровли, состоящей из фотоэлектрических панелей площадью 5 тыс. кв. м [16]. Полукольца — образы Солнца и Луны — имеют наклон для эффективного улавливания солнечной энергии, что делает кровлю хорошо читаемым пятым фасадом. Фокус внимания сосредоточен именно на кровле. Основа ее композиции — расположенные веерами прямоугольные модули солнечных панелей. Прием нацелен на различные образные ассоциации: концентрические дуги из блестящих модулей несут образ света, равномерно льющегося во все стороны; также это образ солнечных часов, в которых модули солнечных батарей составляют циферблат.

Представленные проекты ориентированы на получение энергии солнечными батареями и создание комфортной внутренней среды. Решение этих задач подсказало общую архитектурную идею, когда отдельные функциональные блоки комплекса простой геометрической формы объединены крупномасштабной оболочкой, несущей панели солнечных батарей и создающей защищенное пространство с комфортным микроклиматом. Выразительность пространственной композиции строится на контрастах прямолинейных и динамичных бионических форм; материалности стен, конструкций и пространства; технократичных строительных форм и живописности природной зелени.

Для работы ветроэнергетических установок требуются мощные и стабильные ветровые потоки. Логичным решением стало их применение в высотных зданиях. Ве-

троэнергетические установки в архитектуре пока представлены единичными объектами, так как они технически сложны и нуждаются в нейтрализации побочных негативных эффектов, таких как вибрация. В проекте небоскреба COR в Майами круги с вписанными ветряными турбинами стали основным элементом решения фасадов (Иллюстрация 5). Масштабные круги равномерно заполняют фасады, в них вписаны поэтажные окна и витражи [11]. Лаконичный прием формообразования на основе круга рельефно выявляет эстетику и образ ветроэнергетических установок в архитектуре.

2 Участие элементов технологических систем в частях и конструкциях зданий

Элементы инновационных систем способны органично совмещаться со строительными конструкциями. Распространение получают ограждающие конструкции зданий с интегрированными фотоэлектрическими модулями. Это плоские модули однотипного размера и простой геометрической формы. Их несущей основой является стекло или гибкие композитные материалы. Строительная конструкция, созданная с применением таких материалов, может быть в непрозрачном или полупрозрачном исполнении и встраиваться в стены, окна, кровли. При этом она должна отвечать требованиям прочности, пожаробезопасности, теплоэффективности, защиты от шума, соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям [7].

Повторение однотипных модулей оказывает влияние на общий характер архитектурных объектов: стремление оперировать простыми геометрическими формами, плоскостями, заполненными одинаковыми элементами с фотоэлектрическими модулями. Архитектура стремится к минимализму художественных средств и деталей. Такой



Иллюстрация 7. Интегрирование солнечных батарей в ограждающие конструкции зданий: слева — средняя школа Green Dot Animo в Inglewood. Лос-Анджелес, США, с солнечными батареями на фасаде. Арх.: бюро Brooks + Scarpa. Источник: <http://wordscience.org/shkola-los-andzhelesa-poluchila-gigantskuyu-solnechnuyu-stenu-green-dot.html> (дата обращения: 14.04.2019); справа — ферма с кровлей из солнечных панелей. Источник: <http://zvz.abok.ru/articles/35/> (дата обращения: 14.04.2019)



Иллюстрация 8. Strata Tower SE1. Лондон, Великобритания. Арх.: BFLS. 2010 г. Источник: <https://www.hrc-europe.com/wp/wp-content/uploads/2015/12/Strata-tower-2.jpg> (дата обращения: 17.04.2019)



Иллюстрация 9. Фасад здания с элементами солнечных панелей. Источник: <http://solarcanopy.co.uk/page10/photos-4/files/page5-1003-full.html> (дата обращения: 14.04.2019)



Иллюстрация 10. Элементы системы Solar Ivy на фасаде здания. Арх.: компания SMIT. Источник: <https://inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2011/06/Solar-Ivy-Update-11.jpg> (дата обращения: 14.04.2019)

подход соответствует тенденции мировой архитектуры постиндустриального общества со свойственной ей нейтральностью интернационального стиля.

Характерный пример — Endesa Pavilion в Барселоне. Оригинальная многоступенчатая композиция сформирована выступающими из фасадов пирамидальными объемами, на которых размещены однотипные солнечные панели. Контраст деревянной облицовки стен и темных блестящих панелей заостряет внимание зрителя на этих инновационных элементах (Иллюстрация 6).

На Иллюстрации 7 показаны примеры интегрирования панелей солнечных батарей в ограждающие конструкции зданий. В обоих случаях, архитектор оперирует лаконичными темными блестящими плоскостями, построенными из одинаковых модулей.

При внедрении ветроэнергетических установок в высотные здания динамичные ветротурбины становятся логичными акцентами в композиции, формируют завершение силуэта. Так, в известном лондонском небоскребе Strata Tower SE1 три масштабные ветротурбины

установлены в верхней части здания [15]. Они образуют ажурное динамичное завершение, работающее на контрасте со сдержанным фасадным решением основной части здания (Иллюстрация 8).

3 Технологические элементы как дополнительные модули в структуре здания

Распространенная практика применения инновационного оборудования в строительстве — установка самостоятельных технологических модулей на ограждающих конструкциях здания. Модульное оборудование для получения энергии из альтернативных источников имеет универсальный дизайн. Вариантность возможна повторением типовых элементов в различных комбинациях.

Эстетика фасадов в данном случае строится по принципам фрактальной архитектуры. Технологические элементы, размещенные на фасаде в определенной закономерности, вносят упорядоченность и ясность в архитектурный замысел.

На Иллюстрации 9 показан пример использования солнечных панелей на фасаде здания. В функциональном аспекте они выполняют двойную функцию: аккумулируют солнечную энергию для ее дальнейшей трансформации в электрическую и выступают солнцезащитными конструкциями. В архитектурно-художественном аспекте панели задают основной ритм композиции и масштабность здания, поддерживают выразительную рельефность фасада.

Инновационная система Solar Ivy предложена компанией SMIT из Бруклина, США. Это система солнечных фотогальванических элементов небольшого размера, которые монтируются на стенах, окнах, витражах зданий. Издалека инсталляция воспринимается как легкая сеть плоская, покрывающая здание [14]. Система может быть смонтирована как на новых, так и на существующих зданиях. Повторение на фасадах относительно мелких элементов, не несущих самостоятельной художественной нагрузки, происходит по принципам фрактальности и создает ажурные сети, придающие индивидуальность зданиям (Иллюстрация 10).

Заключение

Применение инновационных технологий связано с внедрением в архитектурные объекты видимых инженерно-технических элементов, которые способны играть значительную роль в формировании объема и художественной эстетики здания. Обзор и анализ приведенных примеров позволяют сделать следующее заключение:

- Применение инновационных технологий в архитектуре связано с решением ряда технических, конструктивных, экономических проблем, вследствие чего многие новаторские идеи и проекты пока трудно реализуемы.
- Выделены три степени участия элементов инновационных систем в формообразовании и эстетике архитектурных объектов: формообразующая роль; участие в частях и конструкциях зданий; дополнительные модули в структуре здания.
- С точки зрения выразительности архитектурной композиции наилучшие решения достигаются при синтезе архитектуры и технологий с художественным осмыслением технологических элементов и конструкций. Системный подход в этом вопросе диктует необходимость осмысления технологических инноваций инструментами архитектуры и встречный учет инженерными разработками задач художественной выразительности, образности и индивидуальности.

Список использованной литературы

- 1 Акимов Е. А. Ближневосточное наследие и традиции в архитектуре Арабских Эмиратов // Вестн. Санкт-Петерб. ун-та. Искусствоведение, 2015. Т. 5. № 1. — С. 122–133.
- 2 Бадьин Г. М., Сычев С. А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 288 с.
- 3 Голованова Л. А. Энергосбережение в жилищном строительстве. — Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2005. — 146 с.
- 4 Голованова Л. А. Энергоэффективные строительные конструкции и технологии // Учен. заметки ТОГУ, 2014. Т. 5. № 4. — С. 71–77.
- 5 Дектерев С. А. Международный опыт использования в архитектуре альтернативных источников энергии // Архитектурное интерпространство XXI века: опыт, проблемы, перспективы: материалы междунар. науч.-метод. конф. — СПб.: СПбГАСУ, 2013. — С. 257–260.
- 6 Рябов А. В. Архитектурное формообразование зданий с использованием средств альтернативной энергетики: автореф. дис. ... канд. арх.: 05.23.21. — М., 2012. — 27 с.
- 7 Фронтини Ф. Фотоэлектрические модули, интегрированные в ограждающие конструкции зданий // Здания высоких технологий, 2013. № 1. — С. 86–91.
- 8 Чурилов Г. Н. Наноматериалы и нанотехнологии: учеб. пособие. — Красноярск: СФУ, 2007. — 103 с.
- 9 Инновационные строительные материалы и технологии: их влияние на развитие градостроительства и городской среды. Мировой опыт, российский взгляд // Доклад НИУ ВШЭ, Ин-т менеджмента инноваций. — М., 2013 [Электронный ресурс]. — URL: <http://sibfrontier.ru/wp-content/uploads/2014/06/Doklad-Innovatsionnyie-stroitelnyie-materialyi-i-tehnologii-ih-vliyanie-na-razvitie-gradostroitelstva-i-gorodskoy-sredyi.-Mirovoy-opyt-rossiyskiy-vzglyad.pdf> (дата обращения: 14.04.2019).
- 10 Карамышева А. А. Возобновляемые источники энергии в архитектуре высотных уникальных зданий // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2018. № 3 [Электронный ресурс]. — URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_61_Karamysheva_Arakelyan.pdf_d26bd2dce4.pdf (дата обращения: 19.04.2019).
- 11 Небоскреб «COR building» в Майами [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.archfacade.ru/2010/05/neboskreb-cor-building-v-majami.html> (дата обращения: 17.04.2019).
- 12 Поляков И. А. Использование средств альтернативной энергетики при формировании художественного образа в архитектуре // Междунар. электрон. науч.-образоват. журнал «AMIT», 1 (38). — М.: МАПХИ, 2017 [Электронный ресурс]. — URL: https://marhi.ru/AMIT/2017/1kvart17/PDF/12_AMIT_38_ILVITSKAYA_POLYAKOV_PDF.pdf (дата обращения: 19.04.2019).
- 13 Masdar — город солнечной энергии [Электронный ресурс]. — URL: <https://zygar.ru/future/masdar.html> (дата обращения: 14.04.2019).
- 14 Solar Ivy Building-Integrated Modular Photovoltaic System Grows Bigger & Better [Electronic resource]. — URL: <https://inhabitat.com/solar-ivy-building-integrated-modular-photovoltaic-system-grows-bigger-better/?variation=d> (accessed: 14.04.2019).
- 15 Strata SE1 [Electronic resource]. — URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Strata_SE1 (accessed: 17.04.2019).
- 16 Sun-Moon Mansion — одно из крупнейших зданий на солнечной энергии в мире [Электронный ресурс]. —

URL: <https://izobreteniya.net/sun-moon-mansion-odno-iz-krupneyshih-zdaniy-na-solnechnoy-energii-v-mire/> (дата обращения: 17.04.2019).

- 17 The Gate Heliopolis [Electronic resource]. — URL: http://vincent.callebaut.org/object/141029_thegate/thegate/projects/user (accessed: 14.04.2019).

References

- 1 Akimova E. A. Blizhnevostochnoe nasledie i tradicii v arhitekture Arabskih Emiratov // Vestn. Sankt-Peterb. un-ta. Iskuststvovedenie, 2015. T. 5. № 1. — S. 122–133.
- 2 Bad'in G. M., Sychev S. A. Sovremennye tekhnologii stroitel'stva i rekonstrukcii zdaniy. — SPb.: BHV-Peterburg, 2013. — 288 s.
- 3 Golovanova L. A. Energoberezhenie v zhilishchnom stroitel'stve. — Habarovsk: Izd-vo Habar. gos. tekhn. un-ta, 2005. — 146 s.
- 4 Golovanova L. A. Energieffektivnye stroitel'nye konstrukcii i tekhnologii // Uchen. zametki TOGU, 2014. T. 5. № 4. — S. 71–77.
- 5 Dekterev S. A. Mezhdunarodnyy opyt ispol'zovaniya v arhitekture al'ternativnyh istochnikov energii // Arhitekturnoe interprostranstvo XXI veka: opyt, problemy, perspektivy: materialy mezhdunar. nauch.-metod. konf. — SPb.: SPbGASU, 2013. — S. 257–260.
- 6 Ryabov A. V. Arhitekturnoe formoobrazovanie zdaniy s ispol'zovaniem sredstv al'ternativnoj energetiki: avtoref. dis. ... kand. arh.: 05.23.21. — M., 2012. — 27 s.
- 7 Frontini F. Fotoelektricheskie moduli, integrirovannye v ograzhdayushchie konstrukcii zdaniy // Zdaniya vysokih tekhnologij, 2013, № 1. — S. 86–91.
- 8 Churilov G. N. Nanomaterialy i nanotekhnologii: ucheb. posobie. — Krasnoyarsk: SFU, 2007. — 103 s.
- 9 Innovacionnye stroitel'nye materialy i tekhnologii: ih vliyanie na razvitie gradostroitel'stva i gorodskoy sredy. Mirovoj opyt, rossijskij vzglyad // Doklad NIU VSHE, In-t menedzhmenta innovacij. — M., 2013 [Elektronnyy resurs]. — URL: <http://sibfrontier.ru/wp-content/uploads/2014/06/Doklad-Innovatsionnye-stroitel'nye-materialy-i-tehnologii-ih-vliyanie-na-razvitie-gradostroitel'stva-i-gorodskoy-sredy.-Mirovoy-opyit-rossiyskiy-vzglyad.pdf> (data obrashcheniya: 14.04.2019).
- 10 Karamysheva A. A. Vozobnovlyаемые источники энергии в архитектуре высотных уникальных зданий // Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Inzhenerny vestnik Dona», 2018. № 3 [Elektronnyy resurs]. — URL: http://www.ivdon.ru/loads/article/pdf/IVD_61_Karamysheva_Arakelyan.pdf_d26bd2dce4.pdf (data obrashcheniya: 19.04.2019).
- 11 Neboskreb «COR building» v Majami [Elektronnyy resurs]. — URL: <http://www.archfacade.ru/2010/05/neboskreb-cor-building-v-majami.html> (data obrashcheniya: 17.04.2019).
- 12 Polyakov I. A. Ispol'zovanie sredstv al'ternativnoj energetiki pri formirovanii hudozhestvennogo obraza v arhitekture // Mezhdunar. elektron. nauch.-obrazovat. zhurnal «AMIT», 1 (38). — M.: MARHI, 2017 [Elektronnyy resurs]. — URL: https://marhi.ru/AMIT/2017/1kvart17/PDF/12_AMIT_38_ILVITSKAYA_POLYAKOV_PDF.pdf (data obrashcheniya: 19.04.2019).
- 13 Masdar — gorod solnechnoy energii [Elektronnyy resurs]. — URL: <https://zygar.ru/future/masdar.html> (data obrashcheniya: 14.04.2019).
- 14 Solar Ivy Building-Integrated Modular Photovoltaic System Grows Bigger & Better [Electronic resource]. — URL: <https://inhabitat.com/solar-ivy-building-integrated-modular-photovoltaic-system-grows-bigger-better/?variation=d> (accessed: 14.04.2019).

- 15 Strata SE1 [Electronic resource]. — URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Strata_SE1 (accessed: 17.04.2019).

- 16 Sun-Moon Mansion — odno iz krupneyshih zdaniy na solnechnoy energii v mire [Elektronnyy resurs]. — URL: <https://izobreteniya.net/sun-moon-mansion-odno-iz-krupneyshih-zdaniy-na-solnechnoy-energii-v-mire/> (data obrashcheniya: 17.04.2019).

- 17 The Gate Heliopolis [Electronic resource]. — URL: http://vincent.callebaut.org/object/141029_thegate/thegate/projects/user (accessed: 14.04.2019).

Sergey Dekterev

Candidate of Architecture, Full Professor, Ural state University of architecture and arts, Russian Federation
e-mail: sergeydegtere@mail.ru

Maxim Vinnitskiy

Candidate in architecture, Associate Professor, Ural state University of architecture and arts, Russian Federation
e-mail: miskam2007@yandex.ru

Статья поступила в редакцию в марте 2019 г.

Опубликована в июне 2019 г.