

УДК 72.01

DOI: 10.31675/1607-1859-2018-20-4-55-64

*Е.Ю. ВИТЮК, Ж.Э. УМОРИНА,
Уральский государственный
архитектурно-художественный университет*

ПРИРОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК НОВЫЙ ПРИНЦИП ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ

Проведены исследования развития нового явления в архитектурном формообразовании, основанного на интеграции природных технологий в область конструирования сооружений. Показано влияние экологического подхода на зарождение направления в архитектуре, условно названного «бионическая архитектура». Установлены актуальность и перспективность данного направления как одного из условий перехода к устойчивому развитию городов.

Целью исследования является выявление эффективных путей развития архитектурного формообразования объектов общественного назначения на основе экологического подхода. Это связано с появлением новой роли архитектуры в области обеспечения устойчивого развития городов посредством создания комфортной, доступной и безопасной среды, эстетически привлекательной и функциональной. При этом особое внимание уделяется экономической эффективности объектов, т. е. снижению затрат на строительство и эксплуатацию здания или сооружения. Достичь этой цели можно только посредством совершенствования технологий проектирования и строительства, развития индустрии строительных материалов с условием перехода к междисциплинарному подходу при решении поставленных задач, т. е. при плотном взаимодействии специалистов различных направлений.

При изучении данного вопроса применены аналитический подход, синергетический подход, индуктивный метод.

На основе выявления частных случаев нового подхода к применению живой природы в области архитектуры и строительства и их анализа и систематизации формулируется алгоритм создания объектов архитектуры на основе природных технологий, а также указываются их области применения в рамках архитектурной теории и практики. В статье рассматриваются эксперименты, связанные с формообразованием на основе природных технологий, проводимые зарубежными специалистами.

В результате исследования были выявлены различные креативные формы применения природных технологий в архитектуре, которые могут быть систематизированы следующим образом:

- живое существо как прототип архитектурного объекта (внешняя форма, архитектурная бионика);
- технология строительства, применяемая живым существом, как прототип строительных технологий в архитектуре (принцип организации пространств и создания конструкций);
- живое существо как «строитель» архитектурных объектов (например, применение бактерий как строительного материала);
- живое существо как источник строительного материала (применение для создания строительных материалов объектов, произведенных живыми существами, например раковины, хитин, шелковая нить и т. п.).

Было обнаружено, что данный подход довольно активно развивается зарубежными архитекторами и дизайнерами совместно с другими специалистами (инженерами, биологами и др.), но не имеет сфер применения, а также центров изучения в России.

Природные технологии занимают важную нишу в процессе перехода к модели устойчивого развития городов, поскольку напрямую связаны с улучшением экологической обстановки и эффективным использованием природных ресурсов, а также влияют на снижение затрат на создание и эксплуатацию зданий. Данный метод может быть применен в самых разных регионах и климатических зонах всего мира с услови-

ем его адаптации под местные условия, т. е. является универсальным методом проектирования при обязательном применении креативного подхода. В связи с этим становится очевидной необходимость формирования исследовательской группы для изучения и адаптации опыта применения природных технологий зарубежными коллегами и для разработки программы научно-исследовательской работы и проведения исследований по внедрению данного подхода в России с использованием потенциала и разнообразия ее природных зон.

Результаты могут быть использованы в качестве основы для последующих исследований по схожей или смежной тематике; могут быть включены в образовательный процесс по подготовке архитекторов; могут использоваться в реальном проектировании при создании креативных пространств и объектов эко-архитектуры, что положительно отразится на развитии «зеленой экономики» России.

Новизна исследования заключается во внесении изменений в сложившуюся архитектурную типологию в разделах, связанных с формообразованием, планировочными и конструктивными решениями, а также строительными материалами и технологиями, посредством систематизации локальных знаний и экспериментов; в теоретизации нового метода в проектировании и предпроектном исследовании, который можно обозначить как природные технологии.

Ключевые слова: экология; архитектура; формообразование; природные технологии.

Для цитирования: Витюк Е.Ю., Уморина Ж.Э. Природные технологии как новый принцип формообразования в архитектуре // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 4. С. 55–64.

*E.Yu. VITYUK, Zh.E. UMORINA,
The Ural State University of Architecture and Arts*

NATURAL TECHNOLOGIES AS A NEW PRINCIPLE OF CONFORMATION IN ARCHITECTURE

Purpose: The aim of the paper is to identify effective ways of architectural form making of public facilities using an ecological approach. This is due to a new role of architecture in the urban sustainable development through the creation of aesthetically attractive and functional comfortable and safe environment. A special attention is paid to economic efficiency of objects, namely cost reduction in building construction and operation. This goal can be achieved through the improvement of design and construction technologies, development of the construction material industry, and interdisciplinary approach to the problem solution which implies the collaboration of specialists. **Methodology/approach:** Analytical, synergetic and inductive approaches are used in these studies. Based on the identification of particular cases of the new approach to the application of living nature in architecture and construction and their analysis and systematization, an algorithm of creating architectural objects is developed using natural technologies. The fields of their application are indicated within the architectural theory and practice. Form making experiments are carried out using natural technologies utilized by foreign specialists. **Findings:** Natural technologies can be systemized in the following way:

- a living being as a prototype of an architectural object (external form, architectural bionics);
- construction technology used by a living being as a prototype of building technologies in architecture (principle of space organization and structure formation);
- a living being as a builder of architectural objects (e.g. use of bacteria as a building material);
- a living being as a source of building material (objects produced by living beings, such as shells, chitin, silk thread, etc.).

It is found that this approach is being intensively developed by foreign architects and designers jointly with other specialists (engineers, biologists, etc.), but has no spheres of application as well as related centers in Russia. **Results:** Natural technologies are very important for

the transition to a model of sustainable urban development, since their use improves the ecological situation, provides efficient use of natural resources and reduces construction costs. A research group should be created for studying the foreign experience in using natural technologies for the development of research program on implementing this approach in Russia.

Practical implications: Research results can be readily used for subsequent studies on similar or related topics; in the academic process for training architects; in real design of eco-architectural creative spaces and objects, which will positively affect the development of green economy in Russia. This approach can be applied in different regions and climatic zones of the world with its adaptation to local conditions, because it is a universal design method with mandatory application of the creative approach. **Originality/value:** The originality of research lies in the architectural typology modification connected with form making, planning and design concepts. Systematization of local knowledge and experiments is provided by construction materials and technologies. Theorization of the new pre-design and design methods can be identified as a natural technology approach.

Keywords: ecology; architecture; shaping; natural technologies.

For citation: Vityuk E.Yu., Umorina Zh.E. Prirodnye tekhnologii kak novyi printsip formoobrazovaniya v arkhitekture [Natural technologies as a new principle of conformation in architecture]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2018. V. 20. No. 4. Pp. 55–64. (rus)

Архитекторы издавна черпали свое вдохновение в объектах природы, видя гармонию в их внешней форме или выделяя особые свойства, обусловленные внутренним строением, которые переносили в область архитектуры. Постепенно такое желание повторить и понять принципы строения живых организмов переросло в новое направление – архитектурную бионику, в котором всецело раскрылась идея переноса моделей природы в сферу деятельности людей по созданию зданий и сооружений. Однако этот Кастальский источник не иссяк по сей день, т. к. природа вновь открывает человечеству новые возможности и подходы в архитектурном проектировании и дизайне.

Во второй половине прошлого века благодаря активной работе ученых (архитекторов, конструкторов, инженеров и др.) в области бионики была разработана методика формообразования и конструирования зданий на основе природных форм, получившая название «архитектурная бионика». Значимый вклад в этот процесс внесли Ю.С. Лебедев, В.В. Ермолов, В.Д. Иваненко и др. Природоподобные формы стали чаще появляться в работах архитекторов XX–XXI вв. (например, Н. Фостер, С. Калатрава, З. Хадид и др.). Однако процесс «обучения» у природы продолжается. Посредством развития науки, технологий и техники начало формироваться новое направление, получившее название «природные технологии». Это новая ступень в сотрудничестве технической мысли и природы. Здесь уже не идет речь о повторе внешнего вида или внутренней структуры природного объекта. За основу берутся принципы функционирования живых существ, их необычные свойства, поведение, взаимодействие с окружающим миром. Такой подход позволил получить новые виды строительных материалов и конструкций, а также оказал влияние на изменение принципов формообразования. Точнее сказать, оказывает, т. к. данное направление находится на первоначальной стадии своего развития. Тем не менее есть все основания полагать, что его ждет блестящее будущее и повсеместное признание, поскольку такая инновационная архитектура представ-

ляет собой некий абсолют идеи устойчивого развития. Это уже не повтор природы, а сама природа, рождающая технологии и рождаемая ими. В этом и заключается существенное отличие бионической архитектуры от предыдущих этапов, классифицировать которые можно следующим образом:

– период подражания природным формам: источником вдохновения для создания архитектурных объектов были природные формы – внешние оболочки и контуры живой и неживой природы;

– период поиска взаимосвязи между природной формой и функцией объекта: конструирование архитектурного объекта на основе принципов природного формообразования (архитектурная бионика);

– применение в архитектуре природных технологий: перенос моделей и принципов жизнедеятельности и функционирования природных объектов в архитектуру с целью экологизации и перехода к устойчивому развитию (бионическая архитектура).

Авторами предпринята попытка исследовать данный феномен с целью теоретизации и выявления нового формирующегося направления в архитектуре. Для наглядности выдвинутого тезиса будет уместным рассмотреть ряд примеров таких сооружений, осуществленных на уровне экспериментальных разработок.

Сотрудники исследовательского института ICD ITKE, наблюдая за поведением паука, разработали специальный механизм, повторяющий его движения в момент создания жилища из паутины, что позволило получить уникальный как по принципу строительства, так и по способу формообразования павильон (рис. 1).



Рис. 1. МЛБ Исследовательский ITKE павильон, 2014–2015 гг., Аким Менгес (Achim Menges), Институт вычислительного дизайна (ICD) в Университете Штутгарта [1]

Пневматическая опалубка, усиленная карбоновыми волокнами изнутри, создает облегченную оболочку павильона с уникальными архитектурными качествами. Конструкция основана на биологическом принципе строительства (переплетение волокон) и усилена армированием. Этот способ актуален для применения в архитектуре, т. к. он не требует сложной опалубки и способен адаптироваться к различным видам конструкций. Применение углеродного волокна и мембраны из фторопласта способствовало образованию прочной, но гибкой конструкции, подобной коже. Форма на внутренней гибкой оболочке создавалась с использованием адаптивного вычислительного проектирования [1].

Лаборатория Нери Оксман разработала проект шелкового павильона (Silk pavilion) (рис. 2). Стальная рама служит основой для крепления плоского кокона шелкопряда. Гусеницы за довольно короткий период способны создать структуру прозрачных шелковых паутин, имеющую достаточную прочность и эстетичный внешний вид. Кроме того, такой способ формирования объекта не требует гибели насекомых, напротив, способствует их размножению и дальнейшему использованию без вреда для них [2].

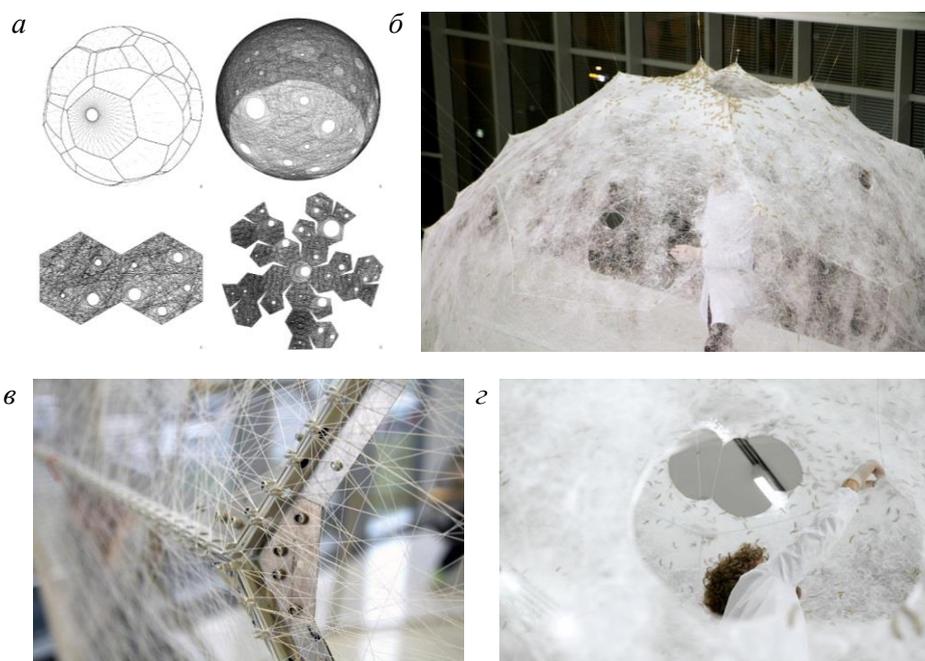


Рис. 2. Шелковый павильон, Н. Оксман (Silk pavilion) (https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology)

Специалисты Гарварда разработали новый строительный материал, изготавливаемый из измельченных раковин моллюсков [3]. Используя метод 3D-печати и работа с экструзивной системой, позволяющей создавать материал с разными свойствами при печати, группа инженеров разработала новый экологически чистый строительный материал, который после истечения срока его эксплуатации не навредит окружающей среде. Измельченный

хитин посредством 3D-печати преобразуется в целостную бесшовную конструкцию, представляющую собой синтез массивной опоры и ажурной сетки (рис. 3). Такие структуры можно применять для создания конструктивных систем и отдельных элементов здания, в качестве заполнения оконных проемов; создавать на их основе мебель, предметы интерьера и т. п.

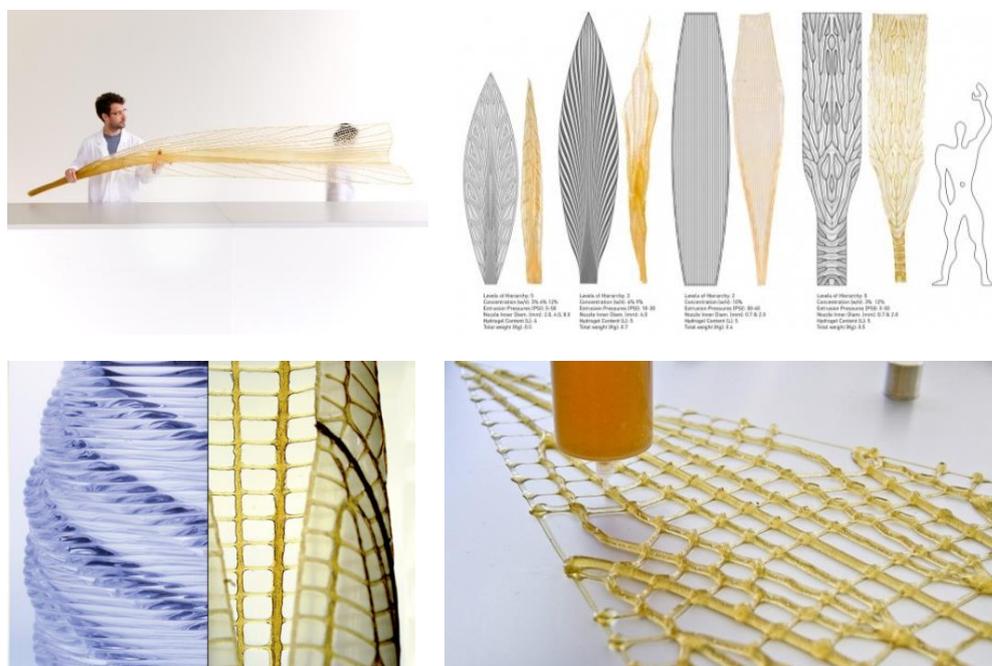


Рис. 3. 3D-печать конструкции на основе хитина [3]

Джинджер Досие (Ginger Dosier, руководитель компании bioMASON) в 2012 г. предложила интересную идею по выращиванию кирпичей с использованием микроорганизмов и биоцемента [4]. Такие кирпичи не нуждаются в обжиге, что дает значительную экономию на топливе; могут производиться прямо на месте строительства при обычной температуре воздуха окружающей среды (рис. 4). В настоящее время материал проходит тестирование и готовится к запуску в массовое производство.

Эти примеры демонстрируют выход за привычные рамки проектирования и новую методику создания объектов на основе природных технологий. Алгоритм создания объекта архитектуры при этом может выглядеть следующим образом:

- постановка архитектурной задачи (проблемы);
- выявление решений аналогичных задач в области природы;
- наблюдение за поведением живых организмов с целью подробного изучения и детализации их способов решения аналогичных задач;
- адаптация выявленных способов к архитектуре;
- апробация адаптированных способов;
- внедрение в архитектурный процесс.

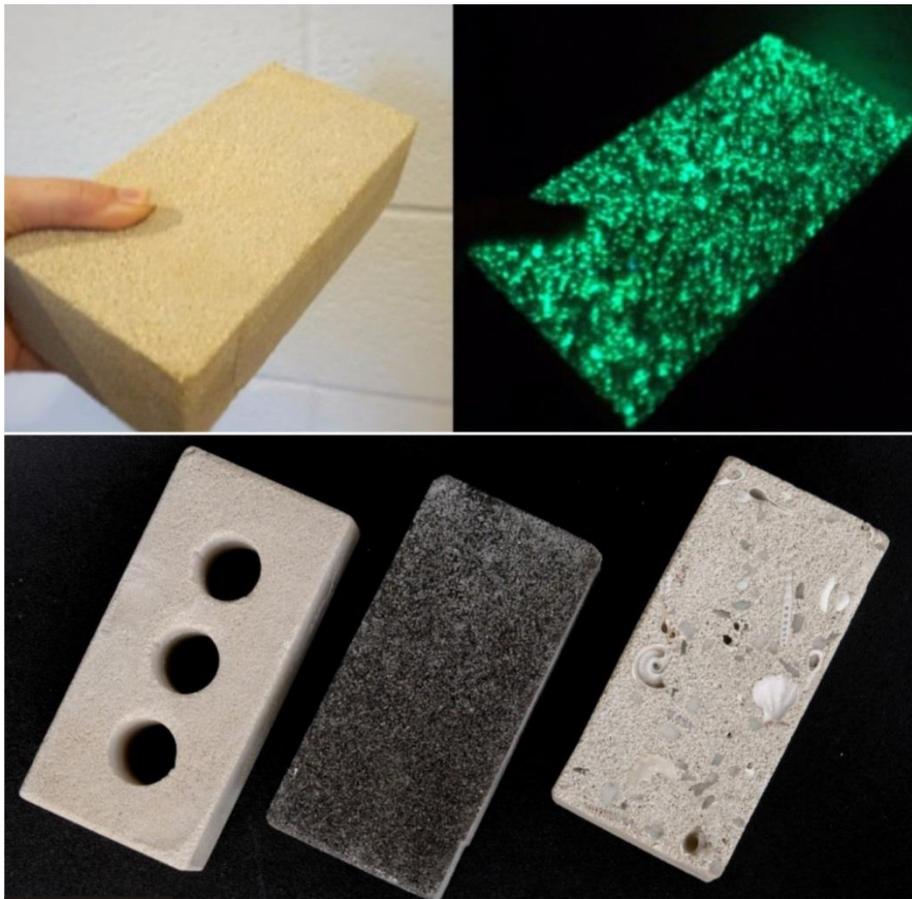


Рис. 4. Инновационный кирпич bioMASON [4]

В процессе наблюдения за живыми существами большое внимание исследователи уделяют той технике, посредством которой они формируют свои сооружения; веществам («строительным материалам»), которые они применяют при создании различных объектов (например, своих жилищ), и способу производства этих веществ.

На основании этих наблюдений возникают такие варианты применения природных технологий в области архитектуры:

- живое существо как прототип архитектурного объекта;
- технология строительства, применяемая живым существом, как прототип строительных технологий в архитектуре (водяной паук);
- живое существо как «строитель» архитектурных объектов (бактерии, гусеницы шелкопряда);
- живое существо как источник строительного материала.

Конечно, предыдущие «ветви» бионического формообразования в архитектуре не были забыты и тоже получили новое развитие. Например, оригинальные проекты домов из бамбука. Каждое такое сооружение уникально. Более того, каждый стебель бамбука имеет неповторимый размер и изгиб, ввиду

чего будущее сооружение не составляется из универсальных элементов, а усердно сплетается путем подбора нужной по всем параметрам детали.

Ранее считалось, что из-за вреда, наносимого насекомыми, эти материалы недолговечны; сейчас же существует возможность создавать уникальные объекты посредством этих природных материалов, теперь столь же долговечных и прочных, как сталь или бетон. Ярким примером этому служат великолепные дома из бамбука, построенные Элорой Харди и её командой на острове Бали (рис. 5). Это группа ремесленников, архитекторов и дизайнеров, занимающихся проектированием бамбуковых домов и предметов быта. Они назвали её «Ибуку», что означает «моя мать природа» [5]. Их объекты поражают сложностью форм и изяществом изгибов. Нет двух одинаковых стеблей бамбука, поэтому каждый дом, мост или отдельная комната неповторимы. В своем выступлении Элора Харди рассказывает о потенциале бамбука как экологически устойчивого материала и как источника вдохновения. Свойства стебля бамбука полностью диктуют принципы формообразования таких сооружений. Но для работы с материалом требуется соблюдать свои правила, учитывать вес и прочность конструкций, поэтому проектный период довольно долгий [6]. Прочность стебля бамбука на растяжение как у стали, сопротивление сжатию как у бетона, но легкое, т. к. полое внутри. Это дикое растение, неприхотливое и быстрорастущее (за 3 месяца на 1 м), достигает длины до 20 м. Бамбук выдерживает землетрясение. Это экологически чистый материал, который никогда не иссякнет. Надо отметить, что Ибуки имеют в своем портфолио большое разнообразие объектов различного функционального назначения, существование которых полностью доказывает жизнеспособность этой идеи.



Рис. 5. Дом из бамбука от лаборатории Iuku [5]

Эти примеры демонстрируют, как сформировавшаяся во второй половине XX в. архитектурная бионика трансформируется в новое направление – следующую ступень развития, когда архитектор не ограничивается повторением форм и их комбинаторикой, не транслирует в архитектуру конструктивные особенности объектов природы, а применяет принципы функционирования живых существ, их свойства, поведение и материалы, создаваемые ими. Это доказывает огромную значимость трансдисциплинарного подхода в науке, позволяющего получить синергетический эффект; подтверждает тезис о том, что открытия совершаются в «пограничной» зоне наук, в местах их столкновения/пересечения.

Синтез инновационных методик, технологий и художественных образов под прямым воздействием экологического подхода дал начало зарождению нового глобального стиля. Предсказать его дальнейшее развитие сложно, но можно попытаться создать когнитивную модель (рис. 6).

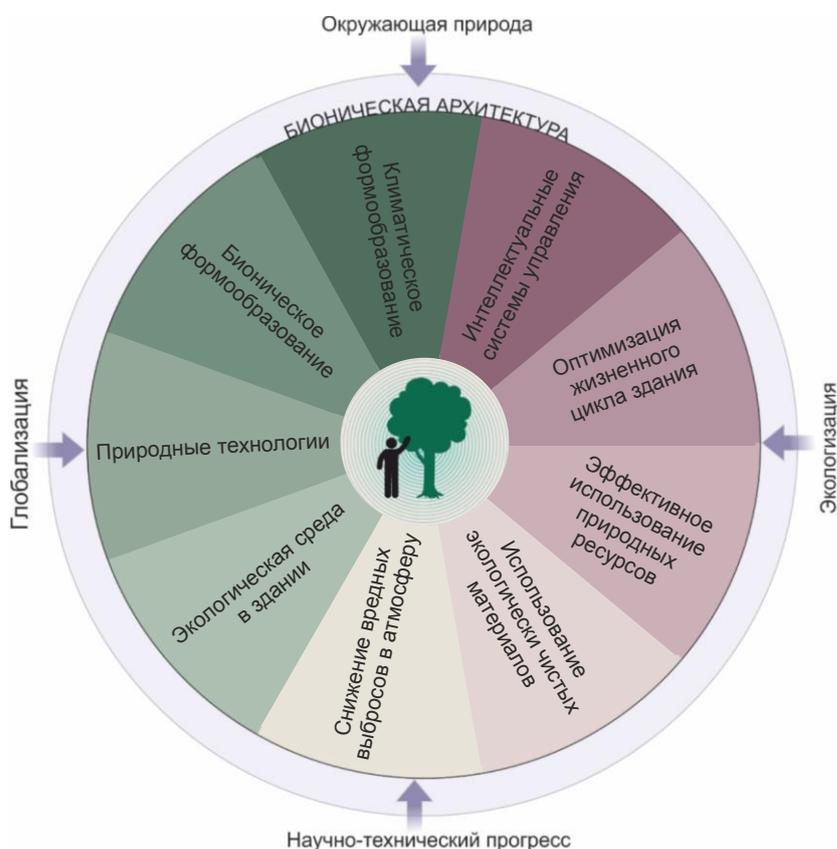


Рис. 6. Когнитивная модель бионической архитектуры

Ее основой (ядром) становится экологический подход, влияющий на изменение отношения к использованию ресурсов планеты, на развитие технологий и материалов в строительной индустрии, что, в свою очередь, изменяет принципы формообразования в архитектуре. Целью архитектуры становится обеспече-

ние устойчивого развития городов посредством создания комфортной, доступной и безопасной среды, эстетически привлекательной и функциональной. При этом особое внимание уделяется экономической эффективности объектов, т. е. снижению затрат на эксплуатацию здания. Достичь этой цели можно только посредством совершенствования технологий проектирования и строительства.

Природные технологии занимают важную нишу в этом процессе, поскольку позволяют повысить эффективность использования ресурсов, увеличить прочностные характеристики объектов и, соответственно, срок службы без нанесения ущерба эстетической составляющей, сократив затраты на сырье и энергию при производстве строительных материалов и конструкций, т. е. полностью соответствуют наметившемуся переходу к модели устойчивого развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *University of Stuttgart*. Institute for Computational Design and Construction. ICD/ITKE Research Pavilion 2014-15. Условия доступа: <http://icd.uni-stuttgart.de/?p=12965>
2. *Neri Oxman*. Design at the intersection of technology and biology [электронный ресурс]. Условия доступа: https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology
3. *Bensoussan H Neri Oxman*. A 3D printing pioneer and visionary. Условия доступа: www.sculpteo.com/blog/2016/10/05/neri-oxman-a-3d-printing-pioneer-and-visionary/
4. *bioMASON* [официальный сайт]. Условия доступа: <http://biomason.com/>
5. *Ibuku* [официальный сайт]. Условия доступа: <http://ibuku.com/>
6. *Magical houses, made of bamboo*. Условия доступа: <https://www.ted.com>

REFERENCES

1. *University of Stuttgart*. Institute for Computational Design and Construction. ICD/ITKE Research Pavilion 2014-15. Available: <http://icd.uni-stuttgart.de/?p=12965>
2. *Neri Oxman*. Design at the intersection of technology and biology. Available: www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology
3. *Bensoussan H Neri Oxman*. A 3D printing pioneer and visionary. Available: www.sculpteo.com/blog/2016/10/05/neri-oxman-a-3d-printing-pioneer-and-visionary/
4. *bioMASON*. Available: <http://biomason.com/>
5. *Ibuku*. Available: <http://ibuku.com/>
6. *Magical houses, made of bamboo*. Available: www.ted.com

Сведения об авторах

Витюк Екатерина Юрьевна, канд. архитектуры, Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 23, help_nir@mail.ru

Уморина Жанна Эдуардовна, аспирант, Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 23, umorina87@yandex.ru

Authors Details

Ekaterina Yu. Vityuk, PhD, The Ural State University of Architecture and Arts, 23, Karl Libknekht Str., 620075, Ekaterinburg, Russia, help_nir@mail.ru

Zhanna E. Umorina, Research Assistant, The Ural State University of Architecture and Arts, 23, Karl Libknekht Str., 620075, Ekaterinburg, Russia, umorina87@yandex.ru