

БИОМИМЕТИКА И КОНЦЕПЦИЯ ДВОЕМИРИЯ: КАК ПРИМИРИТЬ УТОПИЮ С РЕАЛЬНОСТЬЮ

В статье поднимается проблема воплощения утопий, определяются причины рождения и краха идеальных образов. Автор предлагает рассмотреть этот вопрос глубже, варьируя широтой понятий; доказать, что ряд инновационных проектов имеет право на существование.

Объектом исследования являются инновационные архитектурные объекты, которые не просто выделяются своим обликом; но и отличаются передовыми технологиями, направленными на удовлетворение современных потребностей и решение глобальных проблем. Рассматриваются примеры динамической, кинетической, бионической архитектуры; потенциально реализуемые или построенные проекты.

Поднимая проблему реализации архитектурных и урбанистических утопий, нельзя не принять во внимание причины возникновения идеальных образов в искусстве, литературе и других смежных областях. В исследовании обозначена зависимость архитектуры и городской среды от господствующей идеологии, открытий в области науки и техники; позволяющих использовать изобретенные инновационные элементы.

В результате анализа автор делает вывод, что идеальность таких объектов не в совершенной гармонии фасада и не в четко спланированной программе или структуре, а в способности отвечать общественным идеалам, отражать движение научно-технического прогресса; совершенствовать окружение, создавая гибкую, мобильную и устойчивую архитектурно-пространственную среду. Так, с развитием технологий архитектурные «сказки» имеют все больше шансов на реализацию.

В качестве доказательства приводится авторский проект «Гидрологический кластер», «примиряющий» утопию с реальностью при помощи инновационных технологий и биомиметики. Способны ли архитектурные формы стать полноценными горожанами и управлять городом и средой? Автор отвечает на этот вопрос, наглядно показывая возможность существования одного и того же комплекса в двух измерениях – сегодня и в далеком будущем. С одной стороны, научно-образовательный комплекс новой типологии решает градостроительные и социальные проблемы современной Казани; с другой, несет утопическую идею о коэволюции города и биосферы, тем самым отражая концепцию «двоемирия».

Новизна исследования заключается в том, что выявленная модель «реализованной утопии» теоретически и практически обоснована, потенциально реализуема; а также доказывает актуальность подобных инновационных проектов сейчас и в будущем.

Ключевые слова: биомимикрия, гидрология, ресурсы, технология, утопия.

BIOMIMITICS AND THE TWO-WORLDNESS CONCEPT: HOW UTOPIA WITH REALITY COULD BE RECONCILED

The article proposes to consider the problem of utopias implementation, to determine the causes of ideal images origin and crash. Author suggests considering this issue deeper by concepts spread varying, proving that a number of innovative projects could be existed.

The object of research is the innovative architecture of bimorphism. Dynamic, kinetic, biomorphic architecture, potentially implemented and built projects are considered. These examples not only demonstrate impressive exterior, but also have provided with advanced technologies meeting modern requirements and solving global problems.

Considering the problem of architectural and urban utopias implementation, it is necessary to take into account an appearance of the ideal images in art, literature and other related fields. It is observed the relationship between architecture and urban environment with ideology, scientific and technological discoveries, which allow innovative elements use. In accordance with it, author has noticed that architectural fairytales get more chances to be realized with technological development.

Analyzing it, author has come to conclusion that the ideal is not in perfect facade or clearly planned program and structure; but in ability to meet social requirements, reflect scientific and technological progress, as well as create flexible, mobile, sustainable architectural and spatial environment.

The author's project "Hydrological cluster", which reconciles the utopia with reality by innovative technologies use and biomimetics, is the proof of the research's result. Are architectural forms able to become citizens and manage an urban environment? Author answers the question clearly demonstrating the possibility of the same complex existence in two dimensions – today and in a distant future. It is the kind of realized utopia model. On the one hand, the new typology of scientific and educational complex solves the urban and social problems of modern Kazan. On the other hand, it is the utopian idea of the city and biosphere co-evolution. So, it reflects the two-worldness concept.

The research novelty is that the "realized utopia" model is identified. This model is theoretically and practically justified, and it proves the relevance of such innovative projects now and in the future.

Keywords: biomimetics, hydrology, resources, technology, utopia.

Мотив разделения мира, превращения, оборотничества известен достаточно давно – он встречается в мифах, сагах, сказках народов мира. Тогда он трактовался как волшебство, следствие присутствия потусторонних сил. В основном эта идея относится к литературе (показательный пример – «Метаморфозы» Овидия), но также прослеживается и в других сферах культуры.

Наибольшее распространение концепция «двоемирия» получила в эпоху романтизма (конца XVIII века – начала XIX века), характеризующейся утверждением самоценности человеческой души. Тогда же эта идея и приобрела значение разрыва между идеалом и действительностью, противопоставлением мечты и суровой реальности. И сегодня двоемирие, как уже распространенная антитеза утопия-реальность, не теряет актуальности (рис.1).



Рис.1. Человек и земля, Анна Пьетрзак

На протяжении всей истории утопичные образы рождались непосредственно под влиянием

коренных переломных моментов истории во всех сферах общественной жизни, когда человечество меняет свое мировосприятие и находится на распутье. Такая неопределенность ситуации и вызывает рождение подобных образов, олицетворяющих мечты человечества и отличающихся типичностью системы, ее целостностью и формальностью.

В творчестве архитектора такой синтез идеального и материального особенно очевиден. Не случайно Карл Маркс пишет, что «самый плохой архитектор от наилучшей пчелы с самого начала отличается тем, что, прежде чем строить ячейку из воска, он уже построил её в своей голове».

Идеальные города эпох Античности и Возрождения, идеи утопического социализма, технократические утопии в условиях массовой урбанизации и НТР XIX века, классические утопии в архитектуре СССР XX века... Особенно характерны утопическим мышлением именно XIX и XX века с их ускоряющимися темпами развития.



Рис.2. Скринлэнд, Саманта Ли и Чжан Ван

Сегодня набирают оборот кибернетические утопии, практически полностью стирающие границы реальности. В век информационных технологий мобильные устройства превращаются в «горожан» – уже 2030 год прогнозируется появлением искусственного интеллекта, интеграции человека с машинами за счет биотехнологий. Все чаще поднимается проблема века антропоцена – века технологий, техно-наук и турбо-капитализма, характеризующегося господством коллективного сознания, потерей среды обитания, когнитивным диссонансом. Представляется возможность разработки новых органов, организмов и видов, которые могут процветать в техногенных экстремальных условиях (Новые органы Пинар Йолдаш, Молекулярные дубликаты и Квантовый генератор Артура Кларка). Концепции классической архитектуры постепенно вытесняют идеи плавучих или летающих городов новой биологии, создаваемые в ответ на угрозу глобального потепления [3].

Попытки воплощения утопий в архитектуре

предпринимались во все времена их существования [1]. Бумажная архитектура так и осталась в виде изображений, а построенные утопии все равно не отвечали задуманным идеям. Пальманова Скамоцци – «идеальная крепость-звезда, которой так и не удалось повоевать», и Чандигарху Ле Корбюзье суждено было остаться гигантским памятником несбыточной утопии. Ле Корбюзье и сам в конце концов пришел к горькому выводу: «Наши города нельзя построить при теперешнем социальном устройстве».

«Реализованных утопий не бывает – это оксюморон. Но если хорошо поискать, то роскошно выстроенные города-утопии можно найти в компьютерной игре или в высокобюджетном научно-фантастическом триллере...» – сказал филолог Юрий Левинг об идеальных городах. Действительно, с точки зрения лингвистики и филологии выражения «реализованная утопия», «реальная сказка», «утопическая реальность» (из той же «оперы» – классический «горячий снег») и т.п. называются «оксюморон»; а если говорить о сопоставлении частей текста об утопии и реальности, то «антитезой». Это вопрос терминологии.

В данной статье автор рассматривает эту проблему глубже, варьируя широтой понятий; приводит примеры объектов с сильной философской составляющей, направленных на решение каких-либо глобальных проблем; при этом потенциально реализуемых или даже уже построенных. Они представляют «утопии», выполняя ту же роль – отражение стремлений общества, их идеалы; но отличаются тем, что «наглядно» демонстрируют научно-технические возможности эпохи.

Воплощение утопий

С 1851 года стала проводиться ЭКСПО – Всемирная международная выставка, которая является символом индустриализации и открытой площадкой для демонстрации технических и технологических достижений. Начиная со Всемирной выставки в Нью-Йорке в 1939 году, их изначальный характер начал меняться и они стали посвящаться более конкретным культурным темам, прогнозируя более светлое будущее для общества. Технологические изобретения отошли на второй план. Выставки поддерживали активное межкультурное общение в целях обмена инноваций [4].

С 1988 года страны стали использовать выставки, скорее, как способ улучшить их национальный имидж благодаря своим выставочным павильонам. Выставка ЭКСПО 2010 предложила концептуальное решение проблем, касающихся сокращения ресурсов, снижения уровня преступности, загрязнения окружающей среды посредством моделирования городов будущего (рис. 3).

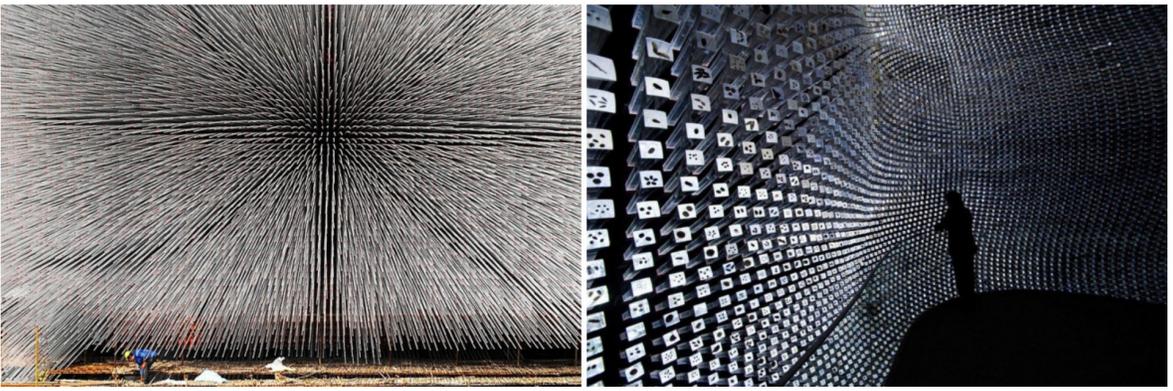


Рис.3. Павильон Великобритании на ЭКСПО-2010, Томас Хезервик

Предстоящая выставка ЭКСПО-2017 в Астане пройдет под лозунгом «Энергия будущего» и осветит тему – альтернативные источники энергии. В Британском павильоне, например, будут представлены британские инновации, в том числе и графен. В основе лежат способности человека воспроизводить энергию и менять мир.

Архитекторы и ученые ведут постоянный поиск новой геометрии, структуры объектов; разрабатывают новые способы организации пространства, создания интеллектуальной архитектурной среды; подкрепленных возможностями современной техники и цифровых технологий. Так, архитектурные «сказки» имеют все больше шансов на реализацию. [2].

Рэнди Дойл из Университета Иллинойса говорил о развитии инструментов формата design-to-fabrication, которые обеспечат переход от модели к созданию реальных прототипов. «Если сейчас архитекторам часто приходится тратить много времени на подготовку и перевод в другие форматы чертежи и модели для работы на фрезерных станках и 3D-принтерах, то со временем граница между проектом и реализацией будет размываться» [6].

развития архитектуры, своего рода философию, меняющую взгляд на облик городов. Это вызов привычной архитектуре, которая базируется на силе тяжести (рис.4).

Утопичных прототипов такой «активной» архитектуры достаточно. «Шагающий город» Архигрэм (1964 год) перемещающийся в места с достаточным количеством ресурсов; «мобильная архитектура» Фридмана (1937 год) – временные объекты, перестраивающиеся по необходимости; «Musicolor» Паска Гордона (1957), «Генератор» Прайса (1961 год). Сегодня эти идеи встречаются во многих реализованных объектах.



Рис.4. Проект вращающегося небоскреба города Дубая, Дэвид Фишер

Динамическое здание в Дубае Дэвида Фишера (1970 год) представляет собой новую ступень



Рис.5. Капсульная башня Накагин города Токио, Кисё Курокава

Архитектура метаболизма, отражающая идею динамической изменчивости, также попадает в этот ряд «утопий». Это «возможность перестройки сооружения и замены его составляющих в соответствии с требованиями, которые предъявляет наш быстроизменяющийся мир» – пишет Кионори Кикутаке. «Ячейковые» конструкции, к примеру, известная башня «Накагин» Кисе Курокавы (1972 год), отражает идею динамической изменчивости, коэволюции и онтогенеза за счет возможности замены этих структур.

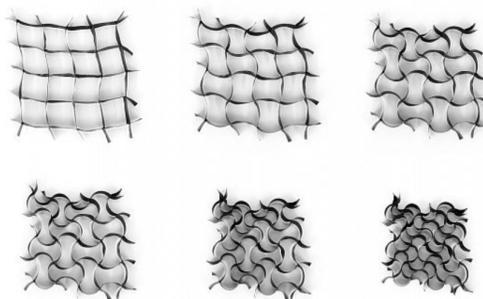


Рис.6. Материал, который растягивается и сжимается при разной температуре, Массачусетский технологический институт

Затем появилась «эволюционирующая архитектура» Д.Фрейзера (1985 год), подразумевающая интерактивное взаимодействие с окружающим миром. Однако, примеры этого можно встретить, скорее в архитектурных элементах и конструкциях. Например, ученые Массачусетского технологического института разработали новый материал, который растягивается и сжимается при разной температуре, повторяя принцип эластичности человеческой кожи [7]. Здесь прототипом можно назвать «химическую архитектуру» В.Катавалос (1960 год) – растущую структуру и форму, где архитектор выступает алхимиком, а вещества – интерактивной умной системой.

В сентябре 2016 года автор проходила собеседование с Питером Куком, в ходе которого спросила, какое соотношение в его практике имеют утопичные и реальные проекты и какого его отношение к «шагающим» городам сейчас. На что профессор вздохнул, ответив, что не может назвать конкретную цифру – перед ним лежал планшет с изображением какого-то прибрежного центра из двух корпусов, соединенных навесной галереей. Сегодня эти формы уже вполне осуществимы, и рядом с нами в его офисе эти формы дорабатывались в Rhino. Возможностей много, нужно только представить мечту в реальности.



Рис.7. Кунстхаус в Граце, студия «Крэб»

Кунстхаус в австрийском Граце, выполненный по проекту Питера Кука и Колина Фурнье в стиле б্লоб, отличается синим биоморфным медиа-фасадом, который можно программировать с помощью компьютера (рис.7). «Инопланетянин» в центре города контрастирует с исторической застройкой – это своеобразный диалог между традицией и авангардом [4].

Примером можно считать и кинетические фасады, регулирующие количество света и воздуха внутри зданий – они создавались в ответ на экологические проблемы и «тяжелый» климат южных районов.

Масдар Номана Фостэра в ОАЭ – первый в мире экогород, обеспечиваемый возобновляемыми источниками энергии и имеющий устойчивую экологическую среду с минимальными выбросами углекислого газа в атмосферу.

Джойс Хванг из бюро Ants of the Prairie предлагает обратить внимание на проекты, созданные с использованием роботов: инсталляцию Rock Print, показанную в рамках чикагской биеннале, и студенческий проект STIK Университета Токио [6].

Впечатляют и разработки ученых Института вычислительного дизайна (ICD) Университета Штутгарта, например, «паукообразные» павильоны Акима Менгеса, «сотканные» при помощи робототехники. Штутгартский университет специализируется на подобных павильонах, исследующие новые пути развития проектирования и строительства. Главные темы экспериментов – биомиметика и робототехника (рис.8).

Также ICD и Институт строительных структур и структурного дизайна (ITKE) построили павильон для исследований и обучения в области бионики (рис.8). Деревянная «ракушка» – проект, появившийся благодаря наблюдениям за морфологией скелета плоского морского ежа. Павильон построен из сотен разных пластин – морфология скелета допускает гибкую настройку формы [9].



Рис.8. Павильон в Лондоне, Аким Менгес / Исследовательский павильон в Штутгарте, Институт вычислительного дизайна Университета Штутгарта

Вышеперечисленные примеры динамической, кинетической, топологической, биоморфной архитектуры не просто выделяются своим обликом, но и отличаются передовыми технологиями, направленными на удовлетворение современных потребностей и решение глобальных проблем.

Так, архитектура и городская среда напрямую зависят от господствующей идеологии, а также открытий в области науки и техники, позволяющих использовать изобретенные инновационные элементы. Еще в прошлом веке такие решения казались неосуществимыми, а сегодня уже вдоль подобных комплексов прогуливаются люди.

Однако, для осознания (даже еще не реализации) утопий нужно время, скорее это связано с нерешительностью властей к тому или иному эксперименту. И это осознание требует даже большего количества сил и времени, чем сам процесс строительства – «несбыточные мечты» всегда появляются в условиях кризисов, в точках бифуркации, и смелые идеи не всегда признаются обществом.

Биомимикрия – сказка или реальность? Концепция двоимирия в проекте гидрологического кластера

Внедрения паттернов растительного и животного в архитектурные объекты началось еще с Леонардо да Винчи, он же и сделал попытку воплотить свою мечту в реальность. Современные попытки воспроизвести его «орнитоптер» показали, что тот действительно мог летать, если бы его подняли в воздух. Построить летательное средство, задействующее слабые мышцы человека, было сложнее, и это еще раз доказывает возможность реализаций многих, казалось бы, сказочных архитектурных решений.

В конце XX века было сформулировано понятие ноосферы – сферы разума, в границах которой разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором развития («антропосфера», «биосфера», «биотехносфера»), что в основу концепции устойчивого развития.

Эфемерная архитектура при этом развивает-

ся и в экологическом плане в ответ на вызовы и прогнозы о приближающемся пике Хуберта, когда мировые объемы добычи и производства топлива начнут сокращаться из-за истощения ресурсов [3].

Возникла эргономика (Войцех Ястшембовский), затем – кибернетика (Ноберт Винер); рассматривающая принципы управления и связи в живых организмах и машинах, выявляющая общности живых систем с техническими (рис.9). Чуть позже (в 1980-х годах) появился сам термин «биомимикрия» [3].



Рис.9. Архитектура и экстремальная среда, Адриана Дебнарва

Проект научно-образовательного гидрологического комплекса новой типологии посвящен истощению водных ресурсов и колебанию уровня Мирового океана, наглядно демонстрируя идею архитектурного двоимирия (рис.10).

Биомимикрия рассматривается здесь как один из современных способов ответа на глобальные экологические проблемы. Так, задачи мониторинга и эффективного использования водных ресурсов предлагается осуществлять через архитектурные элементы и конструкции.

Способны ли элементы конструкций управлять природными ресурсами? Способны ли архитектурные формы стать полноценными горо-

жанами и управлять городом и средой? Может ли существовать город, который функционирует по принципу живых систем и производит самовосстанавливающиеся ресурсы?



Рис.10. Центр гидрологии Волги. Гидрологический кластер, А. Будникова

Проект дает ответ на этот вопрос – возможность существования одного и того же комплекса представлена в двух измерениях – сегодня и в далеком будущем.

С одной стороны, гидрологический кластер имеет конкретный участок (Казанский речной порт), площадь, программу, конструктивное решение. Комплекс «существует» в настоящее время, решая проблемы современной Казани – создания в районе Ново-Татарской слободы второго делового центра города, формирование речного фасада Казани и т.п.

С другой стороны, проект несет утопическую идею о коэволюции города и биосферы, о возможности существования неких экологических кластеров; формирующих биомеханические го-

рода, населенных живыми системами. При этом, все процессы здесь происходят за счет современных технологий.

Это своего рода идея об абсолютной экологичности, «киберэкологии», которая может наступить в каком-нибудь 2130 году.

Типология элементов кластера включает три блока – элементы ландшафта и благоустройства, элементы фасада, конструктивные и технологические элементы интерьера. Каждый из них микрирует под биологические или геологические объекты в способности рационально использовать природные ресурсы и адаптироваться под постоянно меняющуюся среду.

Элементы ландшафта уподобляются природным системам и позволяют регулировать уровень воды во время засухи или наводнений. Фасад и интерьер центра состоят из «умных» панелей и конструкций, которые «работают» на создание экологичной среды, решая, в частности, задачи эффективного использования воды (рис.11).

Центр гидрологии Волги демонстрирует специфику функционирования этих элементов. Рисунок символически иллюстрирует решение экологических задач в интерьере – аллегии природных форм наполняют центр. Подобно алхимикам, микроорганизмы, бактерии, пресмыкающиеся и даже виды растений, добывают влагу из воздуха, очищают, хранят ее и перерабатывают в полезную энергию (рис.12).

Однако, «Сказка о возможности архитектурных элементов и конструкций управлять водными ресурсами» вполне реальна – все упомянутые решения обоснованы конструктивно. Центр имеет каркасную систему со стеной из пенобетонных блоков и эффективного утеплителя, а также двойной навесной фасад, что отвечает требованиям энергоэффективности (рис.13).

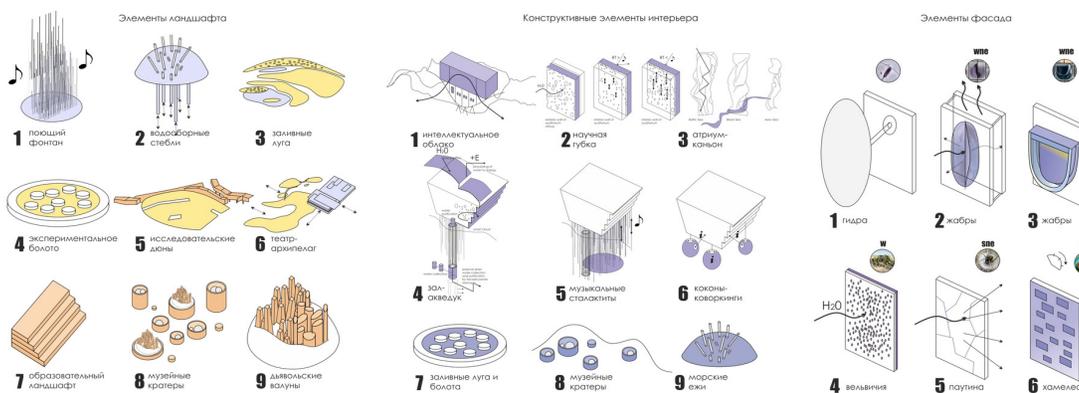


Рис.11. Типологические элементы гидрологического кластера, А. Будникова.

Элементы ландшафта: 1 – поющий фонтан; 2 – водосборные стебли; 3 – заливные луга; 4 – экспериментальное болото; 5 – исследовательские дюны; 6 – театр-архипелаг; 7 – образовательный ландшафт; 8 – музейные кратеры; 9 – дьявольские валуны. *Конструктивные элементы интерьера:* 1 – интеллектуальное облако; 2 – научная губка; 3 – атриум-каньон; 4 – зал-аквадук; 5 – музыкальные сталактиты; 6 – коконы-коворкинги; 7 – заливные луга и болота; 8 – музейные кратеры; 9 – морские ежи. *Элементы фасада:* 1 – гидра; 2 – жабы; 3 – жабы; 4 – вельвичия; 5 – паутина; 6 – хамелеон.

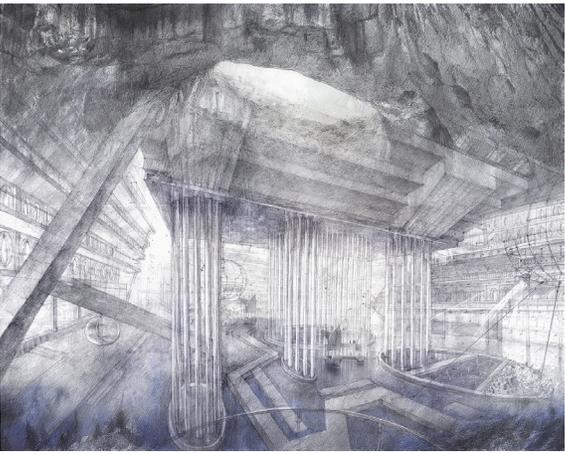


Рис.12. Аллегии природных объектов в интерьере центра гидрологии Волги. Гидрологический кластер, А. Будникова

Так, гидрологический кластер представляет собой экспериментариум; состоящий из набора элементов инновационного характера, решающих различные экологические задачи. «Картотека» элементов кластера носит универсальный характер и рассматривается как конструктор, который можно было бы применить и для создания иных экологических и инновационных проектов.

Заключение

Современная инновационная архитектура – динамическая, кинетическая, бионическая – не просто выделяется своим обликом, но и отличается передовыми технологиями; направленными на удовлетворение современных потребностей и решение глобальных проблем. В этом выражается ее способность «примирить» идеалистическую

и реалистическую составляющие архитектурных концепций, отвечать общественным идеалам и отражать движение научно-технического прогресса.

С развитием технологий футуристические проекты имеют все больше шансов на реализацию. В исследовании отмечена зависимость архитектуры и городской среды от научно-технических открытий, позволяющих использовать изобретенные инновационные элементы; а также господствующей идеологии. «Романтическая» концепция двоемирия неразрывно связана с идеей единения с природой, ее мифической составляющей (Жюль Верн, Эрнест Хемингуэй).

Проект «Гидрологического кластера» наглядно демонстрирует эту зависимость, подтверждая возможность современного города и его элементов эволюционировать совместно с биосферой за счет технологических нововведений. Водная стихия здесь выступает не только как символ духовной и нравственной свободы, но и как «действующее лицо» проекта, «примиряющее» утопию и реальность при помощи инновационных технологий и биомимикрии. «Умные» технологии позволяют элементам кластера постепенно «превращаться» в полноценных горожан, управляющих биомеханическим городом.

С одной стороны, научно-образовательный комплекс новой типологии решает градостроительные и социальные проблемы современной Казани, с другой, несет утопическую идею о коэволюции города и биосферы.

Такая модель «реализованной утопии» доказывает, что новые методы проектирования и техники строительства дают основание для воплощения подобных решений.

Литература

1. Вильковский М. Социология архитектуры. – М.: Фонд «Русский авангард», 2010. – 592 с.
2. Дженкс Ч. Язык архитектуры постмодернизма / пер. с англ. А.Ложкина, С.Ситара. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
3. Будникова А. Архитектурная топология и феномен биомимикрии [Электронный ресурс] // Syg.ma. 24 ноября 2016. URL: <http://syg.ma/@anna-budnikova/arkhitekturnaia-topologhiia-i-fienomien-biomimikrii> (дата обращения: 14.03.2017)
4. Википедия [Электронный ресурс] // Свободная интернет-энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 14.03.2017)
5. Archi.ru. Жесткокрьлый павильон приземлился в Лондоне [Электронный ресурс] // Российский архитектурный web-портал. URL: <http://archi.ru/world/69206/zhestkokrylyi-ravilon-v-yuzhnom-kensigtone> (дата обращения: 14.03.2017)
6. Archspeech. Архитектура инноваций: каких технологий ожидать в 2016 году? [Электронный ресурс] // Интернет-журнал об архитектуре. URL: <http://archspeech.com/article/arhitektura-innovaciy-kakih-tehnologiy-ozhidat-v-2016-godu> (дата обращения: 14.03.2017)
7. Archspeech. Новый материал от MIT растягивается и сжимается при разной температуре [Электронный ресурс] // Интернет-журнал об архитектуре. URL: <http://archspeech.com/article/novyy-material-ot-mit-rastyagivaetsya-i-szhimaetsya-pri-raznoy-temperature> (дата обращения: 14.03.2017)

8. InformБюро. В павильоне Великобритании на ЭКСПО представят инновационную юрту [Электронный ресурс] // ТОО «Инфополис», 2015 – 2017. URL: <http://psystudy.ru/index.php/forauthors/gost2008.html> (дата обращения: 14.03.2017)
9. The Village. Дизайн от природы: Стекло-паутина и павильон - морской еж в Германии [Электронный ресурс] // Городская интернет-газета. URL: http://www.the-village.ru/village/city/design_ot_prirodi/115269-vdohnovenie-ot-prirody-germaniya (дата обращения: 14.03.2017)

References

1. Vil'kovskij M. Sociologiya arhitektury [Sociology of architecture]. – М: Russian Avantgarde Foundation, 2010. – 592 p.
2. Dzhenks CH. YAzyk arhitektury postmodernizma [Language of postmodernism architecture] / trans. with English by A. Lozhkin, S. Sitar. – М: Stroizdat, 1985. – 136 p.
3. Budnikova A. Arhitekturnaya topologiya i fenomen biomimikrii [Architectural topology and biomimicry phenomenon] [Electronic resource] // Syg.ma. November 24th, 2016. URL: <http://syg.ma/@anna-budnikova/arkhitekturnaia-topologhiia-i-fienomien-biomimikrii> (accessed date: 14.03.2017)
4. Vikipediya [Wikipedia] [Electronic resource] // Free encyclopedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki> (accessed date: 14.03.2017)
5. Archi.ru. ZHestkokrylyj pavil'on prizemlilsya v Londone [The rigid-winged pavilion was landed in London] [Electronic resource] // The Russian architectural web-portal. URL: <http://archi.ru/world/69206/zhestkokrylyi-pavilon-v-yuzhnom-kensigtone> (accessed date: 14.03.2017)
6. Archspeech. Arhitektura innovacij: kakih tekhnologij ozhidat' v 2016 godu? [Innovation architecture: what technologies will be expected in 2016?] [Electronic resource] // Internet magazine about architecture. URL: <http://archspeech.com/article/arhitektura-innovaciy-kakih-tehnologiy-ozhidat-v-2016-godu> (accessed date: 14.03.2017)
7. Archspeech. Novyj material ot MIT rastyagivaetsya i szhimaetsya pri raznoj temperature [New material from MIT is stretched and compressed under different temperatures] [Electronic resource] // Internet magazine about an architecture. URL: <http://archspeech.com/article/novyy-material-ot-mit-rastyagivaetsya-i-szhimaetsya-pri-raznoy-temperature> (accessed date: 14.03.2017)
8. InformByuro. V pavil'one Velikobritanii na EHKSPo predstavjat innovacionnuyu yurtu [An innovative yurt will be presented in the Great Britain pavilion at the EXPO] [Electronic resource] // Infopolis LLP, 2015 – 2017. URL: <http://psystudy.ru/index.php/forauthors/gost2008.html> (accessed date: 14.03.2017)
9. The Village. Design by nature: Spider web glass and Sea-urchin pavilion in Germany [Electronic resource] // Urban online newspaper. URL: http://www.the-village.ru/village/city/design_ot_prirodi/115269-vdohnovenie-ot-prirody-germaniya (accessed date: 14.03.2017)

Будникова А.А.,

специалист архитектуры, выпускница Казанского государственного архитектурно-строительного университета 2016г., архитектор «ООО КБ Стройпроект», г. Москва. E-mail: anna.budnikova92@gmail.com

Budnikova A.A,

specialist in architecture, graduate of the Kazan State University of Architecture and Engineering, 2016, architect of the «КБ Stroiproject LLC», Moscow. E-mail: anna.budnikova92@gmail.com

Поступила в редакцию 28.04.2017