

БИОМИМЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ФЕРМ КАК НОВОЙ ТИПОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

А.Д. Гридюшко, Е.Г. Чентемирова

Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

Аннотация

В статье рассмотрена взаимосвязь применения биомиметических принципов и формообразования вертикальных ферм. Актуальность применения данных принципов определяется рядом экономических, экологических, социальных, планировочных проблем. Также их использование способно повысить адаптационные характеристики архитектуры.

Уровни заимствования природных характеристик (организм, поведение, экосистема) и природные типологии (форма, конструкция, материал, процесс, функция) были рассмотрены на примерах концептуальных проектов вертикальных теплиц.

Анализ архитектурных проектов доказывает, что использование природных характеристик позволит повысить эффективность и выразительность рассмотренных архитектурных объектов, форма которых является результатом применения полного комплекса биомиметических принципов, то есть применения единых подходов к развитию природной и архитектурной сред.

Ключевые слова: биомиметика, вертикальная теплица, заимствование, природа, формообразование, биомиметические принципы

BIOMIMETIC SHAPING PRINCIPLES OF VERTICAL FARMS AS A NEW TIPOLOGY OF AGROINDASTRIAL ARCHITECTURE

A. Gridyushko, E. Chentemirova

Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

Abstract

The article examined the relationship of biomimetic principles and shaping the vertical farms. Topical application of these principles is determined by a number of economic, environmental, social and planning issues. And use of natural features can improve the adaptation features of the architecture.

Levels of borrowing natural characteristics (organism, behavior, ecosystem) and natural typology (form, construction, material, process, function) were examined with examples of conceptual projects of vertical greenhouses.

The analysis of the architectural projects proves that the use of the natural characteristics in architectural area will improve the efficiency and expression of architectural objects whose shape is the result of a full range of biomimetic principles that is the application of integrated approaches to the development of the natural and architectural environment.

Keywords: biomimetic, vertical greenhouse, adoption, form-building, biomimetic principles, nature

Новым витком в развитии архитектурной деятельности стало появление биомиметической архитектуры. Жители крупных мегаполисов столкнулись с рядом экономических, экологических, социальных и планировочных проблем. Также актуальной задачей стало повышение адаптационных характеристик архитектурных объектов и систем. Возможность трансформироваться и адаптироваться к быстро меняющимся внешним и внутренним условиям ярко представлена на примере живых организмов. Способность к эволюции, соответствию актуальным особенностям среды, в которой находится природный объект, повышает его жизнеспособность. Сегодня архитектурная среда в данном аспекте сильно проигрывает природной. Данные условия обусловили желание создавать эффективную архитектуру, а также поиск новых форм. Так зародилась органичная биомиметическая архитектура.

Биомиметика – это особый метод создания объектов при заимствовании идей у живой природы. При биомиметическом подходе архитекторы не просто копируют природные образы, а осуществляют подробный анализ принципов устройства живого мира. Термин «биомиметика» был принят на симпозиуме в городе Дайтоне, США в 1960 году. Писатель и натуралист Джанин Бениус, занимающаяся вопросами биомиметики, уверена, что все самое совершенное уже создано и человеку стоит учиться у природы, наблюдать за ее устройством и взаимосвязями, использовать природные системы в современной промышленности, архитектуре и дизайне.

Как известно, одним из негласных правил в архитектуре является соответствие внешнего облика здания его внутреннему содержанию (конструкция, функция). Конструктивные особенности здания определяют его внутреннее пространство и внешнюю оболочку. Функция, по мнению автора, играет первоочередную роль при формировании объема. Во-первых, внутреннее пространство должно соответствовать той жизни, которая протекает внутри, должно быть удобно при эксплуатации. Внешняя оболочка здания является ориентиром для человека, находящегося снаружи. По фасаду человек должен понимать, каково назначение объема, стоит туда заходить или нет. Такое четкое соответствие формы, конструкции и функции можно наблюдать в природе. При формировании нового типа агропромышленной архитектуры, такого как вертикальные фермы, часто прибегают к заимствованию природных форм, к биомиметике.

Понятие «биомиметика» (лат. bios – жизнь и mimesis – подражание) подразумевает под собой «создание устройств, приборов, механизмов или технологий, идея и основные элементы которых заимствуются из живой природы» [1]. Основной целью архитектурной биомиметики является изучение и использование «достижений природы» для повышения качества архитектуры, а также гармонизации природной и городской сред.

Биомиметические принципы, то есть применение единых подходов к развитию природной и архитектурной сред, способны разрешить ряд задач, возникших в архитектурной сфере человека. Этот подход поможет усовершенствовать архитектурную практику, сделав искусственную среду более устойчивой к внешним воздействиям, более комфортной и удобной для человека и менее вредоносной для окружающей среды, а также повысить выразительность архитектурной среды. Также актуальной задачей, поставленной перед архитектурным проектированием с использованием биомиметических принципов, является развитие адаптационных возможностей искусственной среды, основанное на изучении индивидуального развития живого организма (онтогенез) и эволюционирования вида (филогенез).

Если рассматривать систематизацию заимствования биомиметических принципов в настоящее время стоит выделить систему, выведенную Джанин Бениус, американского исследователя в сфере биомиметики, и дополненную Педерсен Зари. Данная схема состоит из двух перекрестных систем, одна состоит из пяти типов заимствования - формы, конструкции, материала, процесса и функции – а другая - из трех различных уровней заимствования - организма, поведения и экосистемы. Получается, что данная система позволяет комплексно оценить заимствование природных характеристик в

архитектурном проекте. Типы заимствования отражают элементы живой природы, которые подвергаются исследованию, анализу и использованию необходимых характеристик. Уровни заимствования отражают то, какой конкретно объект или группа объектов подвергнута изучению. На уровне организма изучаются живые организмы, их строение, поведение, жизнедеятельность. На уровне поведения исследуется то, что было сделано живым организмом, например их постройки для жилья или другие сооружения. На данном уровне также исследуются форма природного объекта, особенности конструкции, качественные характеристики материала, принципы его работы и функционирования. Третий уровень, подразумевающий изучение экосистемы, исследует комплексные природные системы, то есть взаимодействие различных живых организмов и самой среды как, с одной стороны, условия их взаимодействия, а, с другой, его результат. Третий уровень наиболее сложен для изучения и требует тесного сотрудничества специалистов естественных наук и архитекторов для достижения максимального эффекта. Но в то же самое время он максимально эффективен в цели достижения устойчивой и комфортной архитектурной среды, способной существовать в гармонии с природной [2].

Ниже приведена таблица по совмещению уровней и типов заимствования с краткой расшифровкой, (Таблица №1) выполненная на основе материалов статьи Maibrith Pedersen Zari [3].

Таблица №1 Систематизация уровней применения биомиметических принципов

		Уровень заимствования		
		Организм	Поведение	Экосистема
Тип заимствования	Форма	Здание похоже на живой организм	Здание похоже на природный объект, сделанный живым организмом	Здание похоже на экосистему, в которой живут живые организмы в природных условиях
	Материал	Здание сделано из того же материала, что и живой организм	Здание сделано из того же материала, что и природный объект, возведенный живым организмом	Здание сделано из тех же материалов, что и экосистема, в которой существует живой организм или группа организмов
	Конструкция	Здание имеет те же конструктивные особенности, что и живой организм	Здание сделано, так же как и природный объект, возведенный живым организмом	Здание сформировано из тех же элементов, что и экосистема
	Процесс	Здание работает по тому же принципу, что и живой организм	Здание работает по принципу природного объекта, возведенного живым организмом	Здание работает по тому же принципу, что и экосистема

	Функция	Здание надделено теми же функциями, что и живой организм	Здание функционирует, как и природный объект, возведенный живым организмом (в более широком контексте)	Здание функционирует как экосистема, является частью более крупной природной среды. в то же самое время представляет собой целостную самодостаточную структуру.
--	----------------	--	--	---

Современное воплощение данного направления архитектуры можно наблюдать в проектировании вертикальных ферм-небоскрёбов. Архитекторы, которые создают концепт проекты вертикальных ферм-небоскрёбов в основном и обращаются к природным формам и процессам, то есть активно используют биомиметические принципы формообразования для своих проектов. Они используют эти принципы как в построении внешней, так и внутренней структуры архитектурного объема.

Концепция вертикальных ферм озвучена профессором микробиологии и экологии Колумбийского университета доктором Диксоном Деспомьером (Dickson Despommier) в журнале Нью-Йорк в апреле 2007 года. Несмотря на новизну таких проектов, многие архитекторы вдохновляются данной темой уже сейчас.

Доктор Диксон Деспомьер тщательно проводил исследование вместе с группой архитекторов и выявил: для разработки и воплощения проекта вертикальной теплицы в жизнь потребуется 10 лет (Рис. 1). Так же потребуется совмещать современные разработки сельского хозяйства с новыми разработками экоархитектуры [4].



Рис. 1. Концепция проекта вертикальной фермы, разработанная учёными из Колумбийского университета. Этажи заполнены гидропонными теплицами

Стимулом для создания вертикальной фермы стал не только экологический аспект, но и постоянный прирост населения планеты. К примеру, вертикальная гидропонная ферма во Флориде выращивает на 1 акре (около 4 000 м²) земли столько же урожая, сколько обычная ферма выращивает на 30-ти акрах (около 120 000 м²). Следовательно, с меньшей площади, можно получать больше урожая и несколько раз в год.

Далее за профессором колумбийского университета бельгийский архитектор Венсан Каллебо разработал свой концепт-проект вертикальной фермы для выращивания сельскохозяйственных культур (Рис. 2). Здание состоит из 132 этажей и его высота составляет около 600 м. Внутри здания будут не только выращиваться сельскохозяйственные культуры, но, а также находятся офисы и исследовательские лаборатории. Небоскрёб будет оборудован ветряными и солнечными источниками энергии. Нужная температура в здании будет поддерживаться за счёт естественной вентиляции и испарения растений. Данный проект планируют реализовать к 2030 году.



Рис. 2. Проект бельгийского архитектора Венсана Каллебо под названием «Стрекоза» («Dragonfly»). Поверхность здания напоминает крыло стрекозы

В основу структуры остекления этой фермы взята природная структура, то есть структура крыла стрекозы, жилки которого образуют множество маленьких ячеек. Эти жилки обеспечивают крылу насекомого необходимую жесткость. В этой утопической ферме есть офисы, исследовательские лаборатории, жилые помещения и общественные пространства, а так же фруктовые сады, фермы и производственные помещения. Растениеводство и животноводство располагаются вдоль крыльев Стрекозы из стали и стекла, для поддержания соответствующего уровня питательных веществ в почве и возможности повторного использования биологических отходов.

Пространства между крыльями спроектированы таким образом, чтобы максимально использовать преимущество солнечной энергии посредством накопления тёплого воздуха во внешней части конструкции во время зимнего периода. Охлаждение в летний период будет осуществляться через систему естественной вентиляции и испарения от растений.

Внешние вертикальные сады предназначены для фильтрации дождевой воды, которая затем смешивается с бытовыми жидкими отходами. Вместе они подвергаются органической переработке, перед тем как быть повторно направленными для

использования в фермерских хозяйствах, хранения и распределения азота, фосфора и калия. Эта городская ферма, скорее больше подходящая для Дубая, чем для Нью-Йорка, будет возделываться своими обитателями, таким образом, завершая цикл самодостаточного существования [5].

Во многих странах мира актуальна проблема с недостатком пресной воды, которая необходима не только для существования человека, но и для выращивания сельскохозяйственных культур. Около 70 % мировой пресной воды потребляет сельское хозяйство, поэтому во многих местах на планете испытывают недостаток такого необходимого для жизни ресурса. С другой стороны, морская вода в изобилии доступна во всем мире, благодаря чему её опреснение становится хорошей возможностью получения питьевой воды для производства продуктов питания. Данная проблема вдохновила многих современных архитекторов на создание концепт-проектов морских вертикальных ферм.

Местоположение таких ферм предполагается около моря. Такие сооружения будут использовать воду из моря, которая будет поступать по трубе, располагающейся в центре вертикальной фермы, и подниматься до самого верха строения, а далее испаряться. Образовавшийся из пара конденсат будет служить возобновляемым источником пресной воды. Процесс опреснения подобен естественному круговороту воды в природе.

В Испании, в провинции Альмерия, предлагают реализовать проект водоочистного небоскрёба на берегу моря (Рис. 3). Этот небоскрёб будет выполнять сразу несколько функций – опреснение морской воды, вертикальная ферма, а так же там будут располагаться административные помещения. Внутренние сады будут расти в собственной экосистеме, поглощая все вредные вещества [6].



Рис. 3. Проект водоочистного небоскрёба в стиле биотека

Здание представляет собой "пузыри" поставленные один на другой. Опреснение воды авторы проекта предлагают осуществлять с помощью мангровых деревьев, располагающихся внутри небоскрёба. Мангровые деревья, одни из немногих, способны питаться морской водой. Таким образом, поглощая соленую воду, ночью пресная вода будет выделяться в виде конденсата на сферических стенках небоскрёба и стекать в коллекторы, предназначенные для пресной водой, подходящей для полива растений.

Данный проект имеет свои преимущества именно в Альмерии. В этом районе выращивается множество овощей и фруктов. За один день можно будет получить 30 000 литров воды, чего хватит для полива гектара полей с помидорами. В здании прослеживается четкое соответствие функции небоскреба и его формы. На стержень, по которому доставляется морская вода, нанизаны сферы - сады. Стержень, как и стебель растения, служит как конструктивной опорой, так и выполняет функцию передачи «веществ» внутри здания, выполняющего роль организма. Форма сфер и их масштаб также обусловлены тем, что происходит внутри. Во-первых, сфера - оптимальная форма. Во - вторых, ее нижняя часть выполняет роль чаши для соленой воды, а верхняя - удобная для того, чтобы пресная вода в виде конденсата стекала непосредственно в коллектор. Размеры ячеек обусловлены температурно-влажностным режимом, благоприятным для мангровых деревьев.

Климат в Дубае не благоприятен для земледелия. Пустыня и море определяют ситуацию. Именно поэтому создание вертикальной фермы актуально для данного региона. Ферма-небоскрёб состоит из центрального стержня и «листьев», непосредственно в которых и будут располагаться плантации (Рис. 4). Центральный остов выполняет несущую функцию, а также коммуникативную - в нем находятся лифты для доступа к плантациям. Помимо этого, в центральной части башни осуществляется опреснение морской воды, для полива растений в «листьях». Соленая вода испаряется и конденсатом стекает вниз по стенкам башни, попадая в боковые части, где находятся сами растения. Затраты на закачку и испарения воды будут минимальными, так как данный процесс будет построен по принципу круговорота воды в природе, то есть представляет собой «пассивный кругооборот».



Рис.4. Ферма-небоскрёб в Дубае

Форма здания также соответствует функции. В данном проекте применен принцип филлотаксиса (листоположения), когда листья растения расположены таким образом, чтобы затенять соседние листья, защищая их от перегрева, либо наоборот - открывать доступ к солнцу, для осуществления фотосинтеза. Наличие отдельных «листьев» делает возможным выращивать различные виды растений, создавая для них подходящие условия (Рис. 5). Центральный остов держит «листья» и обеспечивает доступ людей и опресненной воды к плантациям.

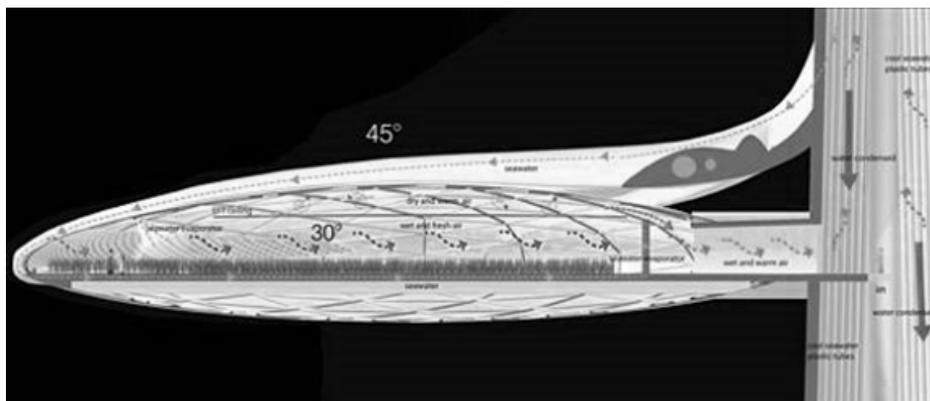


Рис.5. «Листья» фермы-небоскрёба, в которых выращиваются растения

В данном проекте само здание выполняет функцию опреснения, без помощи природных организмов. За основу в данном случае взяты глобальные процессы протекающие в природе (круговорот воды в природе). Авторы попытались воссоздать целый сложный комплекс в одном здании аналогичный мини миру природы [7].

Шведско-американская компания «Plantagon International» продвигает новый вид теплиц, которые называют «плантагонами». Это вертикальные фермы для «городского сельского хозяйства», до сих пор считавшиеся утопией. По данным «Inhabitat», через 12-16 месяцев в Линчёпинге построят международный центр передового опыта в области городского сельского хозяйства (Рис. 6). 9 февраля 2012 года состоялась символическая церемония, давшая старт строительным работам.



Рис. 6. Вертикальна теплица Plantagon в Швеции

На этажах вертикальной фермы площадью более четырех тысяч квадратных метров планируют выращивать в основном азиатские овощи - от пекинской капусты до китайской брокколи кай-лан. Стоимость проекта - около 30 млн. евро. Первый урожай шведы

намерены собрать не позже 2014 года. По мнению специалистов «Plantagon International», продуктивность такой вертикальной теплицы в три и более раз выше обычной. Строение будет экологичным - местный мусоросжигательный завод поставит для него тепло и углекислый газ, который будет использоваться для катализации фотосинтеза, отходы от производства овощей переработают на биогаз, воду будут очищать на месте и использовать повторно. Теплица-небоскреб - первая ласточка революции в агропроме. «Почему эконоmidоры должны пролететь 10 тыс. км вокруг земного шара, прежде чем попасть к нам, если их можно выращивать на месте, рядом с потребителем?» – вопрошает сотрудница «Plantagon International» Карин Балфе Арбман.

Теплица-небоскреб в Линчепинге - первый шаг к воплощению выдвинутой несколько лет назад концепции так называемого вертикального фермерства. Один из авторов и активных пропагандистов этой идеи - микробиолог из Колумбийского университета Диксон Деспомье. Придумывалась эта идея для Дубая - города, где стали былью многие сказки. Ее суть состоит в том, что растения надо располагать ярусами в специальных небоскребах, что позволит экономить 70% воды для полива и получать энергию из ветра и солнечного света. Кроме того, такие теплицы, по сравнению с обычными, занимают во много раз меньше места. Главное - одна вертикальная плантация способна обеспечить свежими овощами, ягодами, зеленью (а, возможно, и продукцией животноводства) целый город. Это важно, если учесть, что, по прогнозам ООН, через несколько десятков лет около 80% населения планеты будет жить в городах.

Несмотря на скорое открытие, подробных сведений о шведской теплице пока нет. В арсенале компании имеется несколько архитектурных решений, и какое из них будет реализовано, до конца не ясно [8].

Идея фермерского хозяйства в условиях современного мегаполиса не дает покоя многим исследователям. Несомненно, этот способ имеет много преимуществ, среди которых снижение транспортных расходов, и реальная, а не искусственно поддерживаемая, свежесть овощей. Основной проблемой является техническое осуществление такой идеи в рамках всемирной экономии ресурсов, будь то энергия, или вода.

Форма архитектурного объема является конечным результатом проектирования. Соответственно она должна отражать в себе все то, что происходит внутри - функцию. Конструкция здания имеет непосредственное влияние на формирование экстерьера и интерьера. Используемые материалы отвечают за прочностные, теплотехнические характеристики здания, а также за его эстетику. Процесс, протекающий в здании, определяет его работу, а соответственно влияет на эффективность и экономичность архитектурного решения. Организмы и объекты, созданные природой уникальны, потому что все эти параметры в них взаимосвязаны. Проектировщики, чаще всего используют один-два принципа совместно, больше - реже. Это говорит о том, что обществу еще многому предстоит научиться у природы.

Реализация концепт - проектов вертикальных ферм началась. Большим вдохновением для проектирования архитекторам послужила биомиметическая архитектура. Применение природных принципов формообразования архитектуры вертикальных теплиц можно рассматривать как начало развития новой типологии в агропромышленной архитектуре.

Литература

1. Энциклопедический словарь нанотехнологий [Сетевой ресурс]. - URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/nanotechnology/386/биомиметика>
2. Benyus J. Biomimicry. Innovation Inspired by Nature. - NY, USA: William Morrow Paperbacks, 2002. - 320 p.
3. Zari Maibritt Pedersen. Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.cmnzl.co.nz/assets/sm/2256/61/033-PEDERSENZARI.pdf>
4. Despommier Dickson. The vertical farm / Feeding the world in the 21st century. - NY, USA: Thomas Dunne Books / St.Martin's Press, 2010. – pp. 135-138.
5. Крыло стрекозы [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.terracorp.ru/news/kryilo-strekozyi>
6. Концептуальная фабрика по производству чистой воды [Сетевой ресурс]. - URL: <http://mobbbit.info/item/2010/3/12/konceptyal-naya-fabrika-po-proizvodstvy-chistoi-vody-7-foto>
7. Восстание в Дубае: Вертикальная ферма по очищению морской воды [Сетевой ресурс]. - URL: <http://www.mimaristil.com/dubaide-yukselen-seawater-vertical-farm.html>
8. В Швеции заложен первый в мире Plantagon [Сетевой ресурс]. - URL: <http://future24.ru/v-shvetsii-zalozhen-pervyi-v-mire-plantagon>.

References

1. *Jenciklopedicheskij slovar' nanotehnologij* [Dictionary of Nanotechnology]. Available at: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/nanotechnology/386/биомиметика>
2. Benyus, J. Biomimicry. Innovation Inspired by Nature. NY, USA: William Morrow Paperbacks, 2002, 320 p.
3. Zari Maibritt Pedersen. Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability. Available at: <http://www.cmnzl.co.nz/assets/sm/2256/61/033-PEDERSENZARI.pdf>
4. Despommier Dickson, The vertical farm/ feeding the world in the 21st century. NY, USA: Thomas Dunne Books / St.Martin's Press, 2010, pp. 135-138.
5. *Krylo strekozy* [Wing of a dragonfly]. Available at: <http://www.terracorp.ru/news/kryilo-strekozyi>
6. *Konceptual'naja fabrika po proizvodstvu chistoj vody* [Conceptual factory clean water]. Available at: <http://mobbbit.info/item/2010/3/12/konceptyal-naya-fabrika-po-proizvodstvy-chistoi-vody-7-foto>
7. *Vosstanie v Dubae: Vertikal'naja ferma po ochishheniju morskoy vody* [The uprising in Dubai: A vertical farm to clean up the sea water]. Available at: <http://www.mimaristil.com/dubaide-yukselen-seawater-vertical-farm.html>
8. *V Shvecii zalozhen pervyj v mire Plantagon* [In Sweden, founded the world's first Plantagon]. Available at: <http://future24.ru/v-shvetsii-zalozhen-pervyi-v-mire-plantagon>.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**А.Д. Гридюшко**

Преподаватель кафедры «Архитектура промышленных зданий», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: anindom@mail.ru

Е.Г. Чентемирова

Преподаватель кафедры «Архитектура сельских населённых мест», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: chentemirova@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS**A.D. Gridyushko**

Teacher of the Department of Architectural Planning of Industrial Buildings, Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: anindom@mail.ru

E.G. Chentemirova

Teacher of the Department of Architectural Planning of rural settlements Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: chentemirova@mail.ru