

НЕПРЕРЫВНОСТЬ ПРОСТРАНСТВА И КИНЕТИЧЕСКАЯ ФОРМА В АРХИТЕКТУРЕ

*Д. Ю. Козлов **

Аннотация: Кинетическая архитектура становится всё более распространенной в современной архитектурной практике. С появлением в архитектуре интеллектуальных кинетических систем (ИКС), объединяющих в себе структуры-трансформеры и управляющие ими компьютеры, особое значение приобретают их осмысление и анализ в контексте исторического развития архитектуры и человеческой культуры.

Глобальные сети, в которых функционируют и взаимодействуют между собой ИКС, характеризуются связностью и непрерывностью, то есть представляют собой топологическое пространство. Для понимания перспектив развития кинетической архитектуры и ИКС в информационной среде необходимо учитывать ее преимущественно топологические характеристики, активно взаимодействующие с другими геометриями других систем одного и того же физического пространства.

В этих условиях неизбежно изменяется роль архитектора, задачей которого становится сопряжение между собой различных пространств. При этом пространство евклидовой геометрии реального архитектурного объекта вкладывается в глобальное топологическое пространство в качестве его подмножества. Связь евклидова и топологического пространства может осуществляться через промежуточные геометрии — аффинную и проективную. Тем самым архитектурная мысль начинает синхронизироваться с мыслью научной, прежде всего — математической.

Образцом непрерывного развития пространства архитектуры является пространство живой природы, как самой высокой и совершенной из известных форм организации пространства в мировом континууме. Концепция

* *Козлов Дмитрий Юрьевич* — кандидат искусствоведения. Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства, филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», ведущий научный сотрудник. 111024, Москва, Душинская ул., д. 9. Тел.: +7 (499) 951 82 72, e-mail: kozlov.dmitri@gmail.com.

непрерывности развития пространства архитектуры, предложенная в середине 1980-х гг. Ю. С. Лебедевым, основана на методе архитектурной бионики и ведет к решению целостности архитектурной среды. Она создает потенциальную основу синтеза науки и искусства, который дает возможность эффективно решать практические вопросы архитектуры.

Теоретическая и научно-техническая база, созданная в 1960–1980 гг. архитектурной бионикой, может служить основой для адаптации ИКС в архитектуре и строительстве и органичного включения их в единую кибернетическую систему «человек — техника — среда».

Ключевые слова: кинетическая архитектура, интеллектуальные кинетические системы, топология, непрерывность пространства, архитектурная бионика.

КИНЕТИЧЕСКАЯ архитектура — архитектура, способная к движению, возникшая как архитектурное направление почти синхронно с кинетическим искусством в середине XX в., лишь на рубеже XX–XXI вв. начала приобретать заметное распространение в архитектурной практике. Новый импульс развитию кинетической архитектуре дало появление интеллектуальных кинетических систем (ИКС), объединяющих в себе механические и немеханические машины, то есть структуры-трансформеры и управляющие ими компьютеры. В этой связи особое значение приобретает архитектурное осмысление таких систем, их анализ в контексте исторического развития архитектуры и человеческой культуры в целом.

Полезьа, прочность и красота — классическая архитектурная триада, в XX в. прочитанная как «функция, конструкция и форма» соответственно. Применительно к кинетической архитектуре она дает соответствующую «кинетическую триаду», состоящую из функциональной кинетики, конструктивной кинетики и формальной кинетики. Это позволяет отнести вопросы кинетической адаптации к области функциональной кинетики, эстетику движущейся формы — к формальной кинетике, а физическую способность архитектурного объекта к движению и обеспечению статической работы его конструкции посредством движения — к конструктивной кинетике. Медленное, но неуклонное проникновение кинетической архитектуры в архитектурную практику уже оказывает существенное влияние на изменение самой

«тектонической парадигмы» восприятия архитектуры человеком. Не исключено, что в результате этого движущаяся архитектура со временем станет восприниматься как нечто естественное и привычное.

Классификация кинетических систем в архитектуре, принятая сегодня большинством специалистов, делит их на три основных типа: встроенные (*embedded*), разворачиваемые (*deployable*) и динамические (*dynamic*). Динамические системы, в свою очередь, подразделяются на подвижные (*mobile*), трансформирующиеся (*transformable*) и увеличивающиеся в размерах (*incrementable*). Все три типа кинетических систем могут являться составными частями ИКС, так же как и элементами «думающих», «чувствующих» и «приспосабливаемых» зданий и сооружений. Большая часть примеров современной кинетической архитектуры — это павильоны и экспонаты международных выставок, что характерно для общей тенденции внедрения передовых технологий в архитектуру и строительстве начиная еще с середины XIX в.

Не меньший интерес, чем сами архитектурные кинетические системы, представляет собой то пространство, частью которого должны стать ИКС ближайшего будущего. Это пространство — особая информационно-интеллектуальная среда, физически реализованная в виде глобальных сетей, своей структурой и функциями напоминающая прообраз ноосферы Т. де Шардена и В. И. Вернадского (*Senagala 2005*). Так как из всех характеристик для сетей существенны только связность и непрерывность, то они фактически представляют собой топологическое пространство, в котором предстоит существовать человеку наступившего столетия вместе со всем его материальным миром, включая архитектуру. Поэтому для понимания перспектив внедрения кинетической архитектуры и ИКС в реальную среду необходимо учитывать изменившееся качество этой среды, ее преимущественно топологический характер, накладывающийся на другие геометрии других систем того же физического пространства. Отметим, что в современной математике пространство «...понимается как множество, снабженное некоторой структурой, то есть некоторыми отношениями между его элементами или подмножествами. Изучение простейшей, весьма общей структуры, позволяющей говорить о непрерывности, привело к выделению

из геометрии большой самостоятельной части математики — топологии» (Позняк 1977: 942–943).

Сегодня архитектура испытывает значительное воздействие информационной революции, начавшейся еще в середине XX в. с появлением кибернетики и первых ЭВМ. За полвека своего развития информатизация привела как к появлению информационных систем планетарного масштаба (Интернет), так и к проникновению миниатюрных вычислительных элементов практически во все области техники, включая и строительство. Массовое производство, миниатюрные размеры и дешевизна таких элементов (датчиков, сенсоров, микрочипов) при параллельном развитии беспроводных средств связи в недалеком будущем может привести к тому, что буквально каждый элемент здания будет оборудован своим микрочипом, способным передавать на центральный процессор информацию о состоянии самого этого элемента и окружающей его среды. Распределение микрочипов во всех элементах здания позволит получать целостную объемную информацию, объективность которой будет тем больше, чем гуще будет сеть встроенных в здание датчиков-сенсоров.

В условиях нового этапа освоения архитектурой достижений науки и техники неизбежно изменяется и роль архитектора. Если промышленная революция свела искусство архитектуры к сочетанию комбинаторного формообразования из готовых промышленно изготовленных элементов и декоративного дизайна видимых поверхностей, то информационная революция показала, что и эти скромные функции могут быть выполнены с минимальным участием человека. Компьютеризация проектирования диктует свои законы формообразования, в результате чего архитектор сегодня вынужден переходить от взаимодействия с реальным пространством к пространству искусственному, виртуальному. Разумеется, речь идет не о единичных лидерах новых направлений, способных подняться над ограниченностью любых технологий, а о массовом архитекторе-проектировщике, деятельность которого в конечном итоге и определяет то, какой будет архитектура ближайшего времени.

Экстраполяция этой тенденции в будущее показывает логическую неизбежность полной компьютеризации как самой архитектуры, так и процесса ее создания на всех стадиях: от

идеи-концепции до процесса строительства. Весь технологический комплекс строительства, включая архитектуру, может полностью замкнуться на себя через системы обратных связей, как это уже происходит в области автомобилестроения, где компьютерное проектирование и моделирование плавно перетекает в производство на заводах-автоматах. В этой ситуации роль архитектора должна принципиально измениться, сместившись из области проектирования объектов в область создания сценариев развития процессов во времени, то есть фактически — программ. Архитектор будет в большей степени сценаристом, чем режиссером, если воспользоваться кинематографической аналогией. При этом «действующими лицами и исполнителями» станут элементы единого информационно-технологического комплекса строительной индустрии, которые на уровне отдельных зданий будут представлены интегрированными ИКС, способными к эвристическому саморазвитию и самовоспроизведению.

По поводу адаптации архитектурной профессией новейших технических достижений известный теоретик архитектуры Р. Бэнэм еще в 1960-х гг. писал: «Электроника и другие „вне-архитектурные“ средства позволяют упрочить нашу власть над средой, и если архитектор неспособен включить их как органичную часть в свое искусство, то человечество вправе было бы избавиться от архитектурного ремесла, как оно избавилось от знахарей и колдунов...» (Бэнэм 1980: 131). Тем не менее дальнейшая компьютеризация архитектуры, возможно, дает архитекторам шанс вновь вернуться к реальному пространству, но уже качественно измененному, населенному множеством компьютеров, соединенных между собой единой структурой Всемирной сети. Такое компьютеризированное пространство изначально должно мыслиться как нечто, обладающее собственным бытием, собственной логикой, собственной геометрией, в которой такие понятия, как расстояние, отношение (пропорция), параллельность линий, равенство углов уже не имеют смысла. Пространство Всемирной сети обладает лишь свойствами связности и непрерывности, что характеризует его как пространство топологическое.

Сегодняшняя интерпретация взаимосвязи «архитектура и компьютер» как «архитектурное проектирование и компьютер»

постепенно смещается к новой формулировке: «архитектурное пространство (физическое) и компьютерное пространство (виртуальное)», то есть пространство евклидовой геометрии реального архитектурного объекта, вложенное в глобальное топологическое пространство в качестве его подмножества. Связь евклидова и топологического пространств может осуществляться через промежуточные геометрии — аффинную и проективную, использование которых является неизбежным на стадии проектирования — на бумаге или в виртуальном компьютерном пространстве.

Интересным фактом является восприятие пространства людьми, незрячими от рождения. Интуиция восприятия пространства зрячими людьми основана на проекции лучей света, отраженных от предметов окружающего мира, на сетчатку глаза. В результате мозг анализирует двумерный, а не трехмерный образ, то есть фактически имеет дело с проективной геометрией и по ней мысленно восстанавливает метрические свойства реальных предметов. Интуиция восприятия пространства незрячими преимущественно основана на осязательном и двигательном опыте и имеет гораздо более глубокие основы. Согласно работам Зимана (1962) «...сравнительно недавние биолого-математические исследования (основанные на изучении детей и взрослых, родившихся слепыми и ставших затем зрячими) показали, что фундаментальные, первичные математические структуры — например топологические — являются врожденными, в то время как структуры более тонкие — такие, как структуры линейные — являются приобретенными. Так, слепые, ставшие зрячими, не отличают вначале квадрат от окружности, они замечают только, что топологически эти фигуры эквивалентны. Напротив, они сразу же видят, что тор и сфера — не одно и то же» (Сосинский 2005: 24).

Д. Ж. Эммерих еще в конце 1960-х гг. указывал на тесную связь процесса архитектурного творчества со способностью человека к восприятию пространства. Согласно Эммериху, «каждый акт созидания, плох он или хорош, есть процесс чисто иерархический, который, естественно, идет от абстрактного к конкретному, от воображаемого к реальному и который можно в хронологическом порядке разделить на пять главных фаз (зная, что они могут повторяться циклически много раз):

- морфологическая (вообразить);
- метрическая (найти размеры);
- механическая (обеспечить прочность);
- физическая (рассчитать);
- технологическая (возвести)» (Эммерих 1972: 23).

Эммерих указывал на прямую аналогию между этими пятью фазами проектного процесса и пятью видами геометрии: множественной, топологической, проективной, аффинной и эвклидовой, ссылаясь на соответствующую классификацию американского математика Р. Куранта. В свою очередь, Курант представил в виде иерархической системы «различные типы геометрии, классифицированные Феликсом Клейном в соответствии с теми свойствами фигур, которые остаются неизменными, когда они подвергаются разнообразным группам преобразований» (Курант 1967: 14).

Об эвклидовой, аффинной и проективной геометриях применительно к архитектурной практике упоминал еще Витрувий, называя их греческими терминами ихнография, орфография и скенография соответственно. «Ихнография есть надлежащее и последовательное применение циркуля и линейки для получения очертания плана на поверхности земли. Орфография же есть вертикальное изображение фасада и картина внешнего вида будущего здания, сделанная с надлежащим соблюдением его пропорций. Равным образом скенография есть рисунок фасада и уходящих вглубь сторон путем сведения всех линий к центру, намеченному циркулем» (Витрувий 2003: 12). Историк математики Б. Л. ван дер Варден подтверждает, что еще задолго до эпохи Витрувия «около 450 г. до н. э. стереометрия уже достигла такого развития, что можно было ставить и решать задачи, связанные с перспективными изображениями» (Варден, ван дер 1959: 192). Таким образом, процесс освоения «неевклидовых пространств» в архитектуре начался задолго до компьютерных экспериментов конца XX в. и следовал самой сущности восприятия и осмысления человеком пространства.

Появление кинетических структур как составной части новейшей архитектуры свидетельствует о том, что вслед за изменениями пространственной парадигмы в сознании архитекторов начинают изменяться и фундаментальные геометрические

представления: от застывших «кристаллических» форм — к формам движущимся, изменяющимся, трансформирующимся. Тем самым архитектурная мысль начинает синхронизироваться с мыслью научной, прежде всего — математической, которая еще с 1872 г., то есть с выхода работы Ф.Клейна «Сравнительное рассмотрение новых геометрических исследований», ставшей известной как «Эрлангенская программа», трактует геометрию как науку об инвариантах групп преобразований. Благодаря этому подходу изменилось само представление человека о пространстве, которое теперь связывается с математическим понятием группы преобразований. Великий французский математик А. Пуанкаре сформулировал эту связь как тождество: «Пространство есть группа» (Петухов 1988: 5).

В начале 1920-х гг. вышла книга М.Гика «Эстетика пропорций в природе и искусстве», которая позднее была переведена на русский язык и издана (с сокращениями) в Советском Союзе издательством Всесоюзной академии архитектуры в серии «Архитектурные пропорции» (IV выпуск). Эта работа содержит в себе весьма радикальную для того времени идею о фактическом тождестве развития западноевропейской архитектуры (или средиземноморской, как ее называл сам Гика) и эволюции геометрических представлений о пространстве. Гика стремился соединить интуитивно-образное и эстетическое представление о пространстве, присущее архитектору, с наиболее передовыми на тот момент математическими представлениями о пространстве как об инвариантах групп преобразований. В последней главе своей книги, озаглавленной «Наука пространства и развитие средиземноморской архитектуры», Гика сделал попытку «...привести к великому синтезу эстетическую теорию гармоничной структуры и согласовать ее с системой вселенной, рассматриваемой с точки зрения „функциональной структуры“ явлений природы. Синтез этот, абстрактно именуемый „теорией групп“, имеет целью... изучение статических и функциональных инвариант, порождаемых данными наших чувств» (Гика 1936: 222).

Гика в своих рассуждениях следовал О.Шпенглеру, отстаивавшему мировоззренческое единство искусства и науки в пределах отдельных культур, в частности — единство архитектуры и математики. По Шпенглеру, «готический собор и дорический

храм представляют собой окаменевшую математику» (Шпенглер 2004: 96), а «...математика... является подлинным искусством, наряду с ваянием и музыкой...» (Шпенглер 2004: 94). Шпенглер связывал развитие европейской и шире — всей западной цивилизации с особым, характерным только для нее одной отношением к пространству как к бесконечной протяженности и времени как понятию, противоположному пространству. По его словам, «история и природа противостоят в нас друг другу, как жизнь и смерть, как вечно становящееся время и вечно ставшее пространство» (Шпенглер 2004: 203). Отсюда, согласно Шпенглеру, следуют и специфически западные формы проявления мышления и деятельности, включая науку и искусство, в том числе и архитектуру. Высшим проявлением европейской культуры Шпенглер видит эпоху барокко с его синтезом пространства и времени в «движущихся», «динамичных» формах, проявленных в архитектуре, скульптуре, живописи, музыке, математике. В математике принцип движения выражается в специфически западном понятии «функции», имманентно содержащем в себе идею движения, изменения и надстраивающемся над античными понятиями числа и пропорции: «Отношение величин называют пропорцией, отношение же соотношений содержится в понятии функции» (Шпенглер 2004: 126).

Теория групп рассматривается Шпенглером как итог развития европейской математики, предопределяющий собой заключительные фазы всей западной культуры. «Из этой величественной интуиции символических пространственных миров следует последняя и заключительная редакция всей западной математики, а именно расширение и одухотворение теории функций до теории групп. ...Необходимы теперь исследования определенных элементов этих колоссальных абстрактных формальных систем, которые остаются независимыми, сохраняют постоянство по отношению к воздействию отдельных групп операций, преобразований системы» (Шпенглер 2004: 132).

Время показало, что пророчества Шпенглера сбываются. Архитектура рубежа XX–XXI вв. на Западе вновь возвращается к своим сущностным принципам, выдвигая в качестве идеологии формообразования концепцию движения и изменения. Неслучайно современную компьютерную архитектуру называют

«электронным барокко» (Wallisser 2009), а одной из основополагающих теоретических работ, повлиявших на формирование новейшего стиля в архитектуре, стало произведение Ж. Делеза «Складка. Лейбниц и барокко». Принципиальное значение для мировоззрения современных архитекторов-авангардистов приобретает математика, прежде всего опять-таки функции, но уже нелинейные, моделирующие явления нелинейной динамики, «занимающейся исследованием нелинейных динамических систем. Под динамической системой условилось понимать систему любой природы (физическую, химическую, биологическую, социальную, экономическую и т. д.), состояние которой изменяется (дискретно или непрерывно) во времени» (Данилов 2001: 6).

Поэтому «нелинейность» в конечном счете является отражением процессов движения и изменения во времени, то есть того, что и составляет отличительную особенность кинетической архитектуры. Однако в отличие от опосредованного движения, представленного в нелинейных функциях, реальные пространственные преобразования бесконечно шире любых своих отражений, так как включают в себя время не в качестве аргумента функции, а как дополнительное измерение. На ограниченность мышления с помощью программ и проектов, что напрямую связано с сущностью «компьютерной архитектуры», недвусмысленно указывал уже Шпенглер: «Всякая логическая операция может быть вычерчена. Всякая система — это геометрический способ управляться с мыслями. Поэтому времени не находится места в „системе“, либо оно становится жертвой ее метода» (Шпенглер 2004: 166).

Иерархический принцип организации проектного процесса в строгом соответствии с иерархией геометрий, предложенный Эммерихом, позволяет сформулировать объективные критерии формообразования или морфогенеза, главная роль в котором отводится именно первичным морфологическим импульсам. Согласно Эммериху, «...морфология содержит в себе не только предельно возможное исчерпывающее знание форм — геометрических существ пространства, но также и в особенности законы их образования и роста — морфогенез... Очевидно, что морфологический этап, то есть этап от воображения до начала того процесса, который оказывает влияние на всё остальное, является наиболее важным» (Эммерих 1972: 23–24).

Морфологический этап в классификации Эммериха в классификации геометрий Куранта имеет своей аналогией геометрию точечных множеств — наиболее фундаментальную область, характеризующуюся минимальным набором инвариантов и их простейшими преобразованиями. Следует, однако, отметить, что точечные множества сами по себе, без наложенных на них ограничений связности, еще не содержат принципа формы, следовательно, и не могут быть прямой аналогией морфологического этапа проектной деятельности. Поэтому логичнее было бы предположить, что область первичных формообразующих принципов или область морфогенеза соответствует второму после точечных множеств иерархическому уровню — топологии.

Рассмотрение закономерностей формообразования в архитектуре на топологическом уровне, по мнению многих специалистов, представляется весьма продуктивным. Так, например, Ж. Зейтун пишет по этому поводу: «Топология, понимаемая как суждение о пространстве, как совокупность операционных представлений об архитектурном пространстве, обладает свойством объединять большое многообразие трактовок: функциональных, утилитарно-пространственных и исследовательских» (Зейтун 1984: 15).

Если продолжить иерархию геометрий Куранта за пределы геометрии точечных множеств — точечных соответствий, не сохраняющих связность, — можно предположить существование некой гипотетической геометрии, в которой точечные соответствия не сохраняются. Свойства такой геометрии напоминают поведение физического вакуума, как его трактует современная физика, с возникающими и тут же исчезающими частицами. Такую геометрию можно назвать «геометрией точечного хаоса», в отличие от «геометрии точечного порядка» или упорядоченного множества. Аналогичным образом с другого конца «шкалы геометрий» Куранта может быть добавлена «геометрия абсолютной статики», которая не допускает каких бы то ни было движений вообще и где каждая точка отображается сама на себя. Тогда первые четыре геометрии будут выстроены в соответствии с четырьмя точечными инвариантами: одной точки, двух точек как длины (евклидова геометрия), трех точек как пропорции (аффинная геометрия) и четырех точек как сложного отношения теоремы Дезарга (проективная геометрия). Эта часть

общей иерархии геометрий напоминает пифагорейский тетрактис — треугольное фигурное число 10, полученное как сумма первых четырех чисел 1, 2, 3 и 4.

При этом переход между проективной геометрией и топологией имеет иное качество, нежели переходы между геометриями евклидовой и аффинной или между геометриями аффинной и проективной. Поэтому вместо ожидаемого по аналогии какого-либо закона, касающегося пяти точек, в топологии точки характеризуются лишь инвариантом связности: для точек, расположенных на одной линии, это будет лишь порядок следования.

С другой стороны, переход от «геометрии точечного хаоса» к «геометрии упорядоченных точечных множеств», а от нее к топологии является вполне естественным и очевидным. Этот переход характеризуется накладыванием всё большего числа ограничений на изначальный точечный хаос, в то время как четырехступенчатый переход от абсолютной статики к проективной геометрии характеризуется введением всё большего числа «степеней свободы». Поэтому можно говорить о двух встречных направлениях процессов, порождающих геометрии и берущих свои начала от двух противоположных полюсов: полюса абсолютной статики и полюса абсолютной динамики (хаоса). Оба этих направления достигают своих кульминаций: первый — в проективной геометрии, а второй — в топологии, но эти направления разнонаправленны и параллельны, одно из них не переходит в другое.

Следовательно, можно предположить, что возможно построение каких-то иных геометрий, лежащих «за» проективной геометрией и топологией, своего рода «метапроективной геометрии» и «метатопологии», если воспользоваться аналогией с физикой и метафизикой Аристотеля. Соответственно, и движения в архитектуре могут быть порождены двумя тенденциями: одна — оживлением естественной статики посредством кинематических механизмов, а другая — структуризацией хаоса, то есть тенденцией синергетической и органической.

В середине 1980-х гг. руководитель Лаборатории архитектурной бионики ЦНИИТИА Ю.С. Лебедев предложил разработанную им концепцию непрерывности развития пространства архитектуры, ведущую к решению комплексности, целостности

архитектурной среды. Эта концепция позволяет перевести проблему гармонии в архитектуре с языка абстрактных, эстетических категорий, описывающего так называемые отдельные средства гармонизации, на объективный, конкретно-образный, поддающийся формализации язык выражения гармонии. Топологическое понятие «связность» является фактически тождественным понятию «гармония» в его основном значении. Греческое слово *ἀρμονία* означает скрепление, соединение и происходит от слова *ἀρμός* — связь, скрепа (Дворецкий 1958: 237). По мнению Лебедева, образцом непрерывного развития пространства архитектуры является пространство живой природы — самая пока высокая и совершенная форма организации пространства в мировом континууме.

В основе концепции Лебедева лежит метод архитектурной бионики, переводящий закономерности формирования пространства живой природы в архитектуру. «Метод архитектурной бионики, в отличие от чисто количественных, математических методов, соединяет в одно целое абстрактное и конкретное — математические законы формы и ее эмоциональный образ, утилитарное и эстетическое. Он создает потенциальную основу синтеза науки и искусства, который дает возможность эффективно решать практические вопросы архитектуры» (Лебедев 1986: 230–231).

Концепция Лебедева содержит в себе систему закономерностей (принципов) непрерывности формирования пространства живой природы, ориентированных на решение задач архитектуры. Эти закономерности согласуются с построением физического пространства, составляющего вместе с живой природой пространство биогеоценоза. Понятие непрерывности трактуется Лебедевым «в релятивистском плане, как победа ее над прерывностью в их совместной борьбе. В структурном или видовом отношении живая природа прерывна. Однако все ее сферы подчиняются одним и тем же основным законам развития, между ними нет принципиальных, качественных отличий. Пространство физической природы дифференцировано на качественно различные сферы (например, гравитационное и электромагнитное пространства). Различие пространств живой и мертвой (физической) природы вытекает из различия



Архитектурная бионика: основные принципы непрерывности пространства архитектуры (Ю.С. Лебедев, ЦНИИТИА 1987 г.)

их сущности. Например, в мире физической природы есть движение, но нет развития, что характерно для живой природы» (Лебедев 1987: 62).

Пространство неорганической природы является первой ступенью развития живого пространства — пространства более высокой степени организации и сложности. Физическое пространство служит субстратом, на котором и в котором развивается живая природа, поэтому в живой природе действуют законы, свойственные физическому миру, например законы механики. Следовательно, методологически правильно рассматривать пространство живого и физического, а также и искусственного мира в комплексе, что и является целью архитектурной бионики.

Согласно Лебедеву, непрерывно развивающееся пространство — это постоянно совершенствующаяся, динамически уравновешенная, индивидуализированная система, элементы которой ориентированы на выполнение общей цели. Для непрерывно развивающегося пространства характерно качественное многообразие согласованных друг с другом форм (согласованный полиморфизм), основанное на воспроизведении типовых элементов (серийная гомология), на саморегуляции, соблюдении законов термодинамики. Непрерывность пространства, в котором существует человек, должна быть основана на единстве физического пространства, пространства живой природы и искусственного пространства, создаваемого человеком. Она должна стать новой, более высокой формой пространства в эволюции мира.

Новейшие мировые разработки в области ИКС и современные подходы к архитектурным и строительным объектам как искусственным организмам пока еще не нашли адекватного отражения в отечественной архитектурной науке и практике. Тем не менее теоретическая и научно-техническая база, созданная в 1960–1980 гг. архитектурной бионикой, может служить основой для адаптации ИКС в архитектуре и строительстве. В исследованиях архитектурной бионики первостепенное внимание уделялось развитию новых типов кинетических структур и перспективам органичного включения их в единую кибернетическую систему «человек — техника — среда». Но, в отличие от активно внедряемых сегодня технократических решений, биониче-

ский подход был направлен в первую очередь на гуманизацию отношений «человек — архитектура — компьютер» (Козлов 2006).

Начавшееся развитие ИКС в качестве составной части «разумной архитектуры» свидетельствует о дальнейшей интеграции собственно архитектурной бионики с бионикой технической, а также с биокибернетикой. Сможет ли архитектура завтрашнего дня принять и осмыслить новые технические и технологические достижения, во многом зависит от состояния современной архитектурной науки, которая, как и сама архитектура, является синтезом различных областей знания и человеческой деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Бэнэм 1980* — Бэнэм Р. Взгляд на современную архитектуру. Эпоха мастеров: пер. с англ. М.: Стройиздат, 1980.
- Варден ван дер 1959* — Варден ван дер Б.Л. Пробуждающаяся наука: пер. с голландского. М.: ГИФМЛ, 1959.
- Витрувий 2003* — Витрувий. Десять книг об архитектуре: пер. с лат. Изд. 2-е, испр. М.: Едиториал УРСС, 2003.
- Гика 1936* — Гика М. Эстетика пропорций в природе и искусстве: пер. с франц. М.: Изд. всесоюзной академии архитектуры, 1936.
- Данилов 2001* — Данилов Ю.А. Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение. М.: Постмаркет, 2001.
- Дворецкий 1958* — Дворецкий И.Х. (сост.) Древнегреческо-русский словарь: в 2 т. Т.1. М.: ГИИНС, 1958.
- Зейтун 1984* — Зейтун Ж. Организация внутренней структуры проектируемых архитектурных систем: пер. с франц. М.: Стройиздат, 1984.
- Козлов 2006* — Козлов Д. Ю. Архитектурная бионика в 21 веке // Архитектура, строительство, дизайн. 2006. № 02 (43). С.29–33.
- Курант 1967* — Курант Р. Математика в современном мире: пер. с англ. // Математика в современном мире. М.: Мир, 1967. С.13–27.
- Лебедев 1986* — Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика: гармонические принципы формообразования и живая природа // Художественное творчество. Вопросы комплексного изучения / 1986. Человек — природа — искусство. Л.: Наука, 1986. С.227–237.
- Лебедев 1987* — Лебедев Ю.С. Развитие архитектурной среды и научно-технический прогресс // Общество, архитектура и научно-технический прогресс. М.: ЦНИИЭП градостроительства, 1987. С.61–62.

- Петухов 1988* — Петухов С.В. Геометрии живой природы и алгоритмы самоорганизации. М.: Знание, 1988.
- Позняк 1977* — Позняк Э.Г. Геометрия // Математическая энциклопедия. Т.1. М.: Советская энциклопедия, 1977. С.939–943.
- Сосинский 2005* — Сосинский А.Б. Узлы. Хронология одной математической теории. М.: МЦНМО, 2005.
- Шпенглер 2004* — Шпенглер О. Закат Европы: в 2 т.: пер. с нем. Т.1. М.: Айрис-пресс, 2004.
- Эммерих 1972* — Эммерих Д.Ж. Морфология и структуры: пер. с франц. // Современная архитектура. М.: Стройиздат. 1972. № 2. 1972. С.22–25.
- Senagala 2005* — Senagala M. Kinetic, Responsive and Adaptive: A Complex-Adaptive Approach to Smart Architecture. Proceedings of SIGRADI 2005 international conference. Lima, Peru, 2005. URL: <https://www.semanticscholar.org/>.
- Wallisser 2009* — Wallisser T. Other Geometries in Architecture: Bubbles, Knots and Minimal Surfaces. Mathknow. Mathematics, Applied Sciences and Real Life. Milan: Springer, 2009. P.91–111.

CONTINUITY OF SPACE AND KINETIC FORM IN ARCHITECTURE

D. Yu. Kozlov *

Abstract: Kinetic architecture is becoming more and more common in modern architectural practice. Because of the emergence of intelligent kinetic systems (IKS), which combine transformable structures and computers that control them, further understanding and analysis of kinetic architecture in the context of the historical development of architecture and human culture becomes particularly important.

* *Kozlov Dmitriy Yurievich* — Ph. D. (Art History). Scientific Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning, branch of the Central Institute for Research and Design of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, Leading Research Fellow. 9, Dushinskaya st. Moscow 111024, Russia, tel.: +7 (499) 951 82 72; E-mail: kozlov.dmitri@gmail.com.

The global networks in which IKS operate and interact with each other are characterized by connectivity and continuity; that is, they function as topological spaces. In order to understand the prospects for the development of kinetic architecture and IKS in the context of the informational environment, it is necessary to take into account their particular topological characteristics, which actively interact with other geometries of other systems of the same physical space.

The role of an architect inevitably changes under these conditions. Now he has to interconnect different spaces because the space of the Euclidean geometry of a real architectural object is embedded in the global topological space of informational systems as its subset. The connection between Euclidean and topological spaces can be realized through intermediate geometries such as affine and projective ones. As a result, modern architectural thought begins to synchronize with scientific thought, especially the mathematical one.

A model for the continuous development of the architectural space is the space of animate nature, which is the highest and most perfect of the known forms of organization of space in the world continuum. The concept of continuity of the development of space in architecture proposed in the mid-1980s by Y.S. Lebedev is based on the method of architectural bionics and leads to the integrity of natural and architectural environments. It creates a potential basis for the synthesis of science and art, which makes it possible to effectively solve the practical problems of architecture.

The theoretical, scientific, and technical base, created in the period of 1960s — 1980s by architectural bionics, now can serve as a guide for the adaptation of IKS in architecture and building industry as well as their organic inclusion in the united cybernetic system of human beings, techniques, and environment.

Keywords: kinetic architecture, intelligent kinetic systems, topology, space continuity, architectural bionics.

REFERENCES

- Banham R. *Vzgliad na sovremennuiu arhitekturu. Epoha masterov (A Personal View of Modern Architecture. Age of Masters)*. Moscow: Stroyizdat Publ., 1980 (in Russian).
- Waerden, van der B.L. *Probuzhdaiushaiasia nauka (Science Awakening)*. Moscow: GIFML Publ., 1959 (in Russian).
- Vitruvius. *Desiat knig ob arhitekture (The Ten Books on Architecture)*. Moscow: Editorial URSS Publ., 2003 (in Russian).

- Ghyka M. *Estetika proporcij v prirode i iskusstve (The aesthetics of proportions in the nature and the Art)*. Moscow: All-Union Academy of Architecture Publ., 1936 (in Russian).
- Danilov Yu. A. *Lekcii po nelineynoy dinamike (Lectures on nonlinear dynamics)*. Moscow: Postmarket Publ., 2001 (in Russian).
- Dvoreckiy I. H. (comp.) *Drevnegrechesko-russkiy slovar (Ancient greek-russian dictionary)*. Moscow: GIINS Publ., 1958 (in Russian).
- Zeitoun J. *Organizaciia vnutrenney struktury proektiruemykh arhitekturnykh sistem (Organization of the internal structure of the designed architectural systems)*. Moscow: Stroyizdat Publ., 1984 (in Russian).
- Kozlov D. *Arhitekturnaia bionika v 21 veke (Architectural bionics in the 21st century)* *Arhitektura, stroitelstvo, dizayn (Architecture, construction, design)*, vol. 43, 2006, pp. 29–33 (in Russian).
- Courant R. *Matematika v sovremennom mire (Mathematics in the modern world)*. *Matematika v sovremennom mire (Mathematics in the Modern World)*. Moscow: Mir Publ., 1967, pp. 13–27 (in Russian).
- Lebedev Yu. S. *Arhitekturnaia bionika: garmonicheskie principy formoobrazovaniia i zhivaia priroda (Architectural bionics: harmonious principles of morphogenesis and animate nature)* *Hudozhestvennoe tvorchestvo. Voprosy kompleksnogo izucheniia (Artistic creation. Integrated learning issues)*. Leningrad: Nauka Publ., 1986, pp. 227–237 (in Russian).
- Lebedev Yu. S. *Razvitie arhitekturnoy sredy i nauchno-tehnicheskii progress (The development of the architectural environment and scientific and technological progress)*. *Obshestvo, arhitektura i nauchno tehnicheskii progress (Society, architecture and scientific and technological progress)*. Moscow: TSNIIEP gradostroitelstva Publ., 1987, pp. 61–62 (in Russian).
- Petuhov S. V. *Geometrii zhivoy prirody i algoritmy samoorganizacii (The geometries of animate nature and algorithms of self-organization)*. Moscow: Znanie Publ., 1988 (in Russian).
- Pozniak E. G. *Geometriia (Geometry)*. *Matematicheskaiia enciklopediia (Mathematical encyclopedia)*. Moscow: Sovetskaia enciklopediia Publ., 1977, pp. 939–943 (in Russian).
- Sosinskiy A. B. *Uzly. Hronologiiia odnoy matematicheskoy teorii (Knots. The chronology of a mathematical theory)*. Moscow: MCNMO Publ., 2005 (in Russian).
- Spengler O. *Zakat Evropy (The decline of the west)* in 2 vol. Moscow: Airis-press Publ., 2004, vol. 1 (in Russian).

- Emmerich D.J. *Morfologija i struktury (Morphology and structures)*. Sovremennaja arhitektura (Modern architecture). Moscow: Stroyizdat Publ., 1972, vol. 2, pp.22–25 (in Russian).
- Senagala M. *Kinetic, Responsive and Adaptive: A Complex-Adaptive Approach to Smart Architecture*. Proceedings of SIGRADI 2005 International Conference. Lima, Peru, 2005. URL: <https://www.semanticscholar.org/>.
- Wallisser T. *Other Geometries in Architecture: Bubbles, Knots and Minimal Surfaces*. Mathknow. Mathematics, Applied Sciences and Real Life. Milan: Springer, 2009, pp.91–111.

Статья подготовлена в ходе исследования за счет средств государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» на 2013–2020 годы в рамках Плана фундаментальных научных исследований Минстроя России и РААСН на 2020 год, тема 1.7.1.