

УДК 515.2

Д.И.Ткач,

*к. т. н., доцент, профессор кафедры дизайна архитектурной среды
Приднeпровской государственной академии строительства и архитектуры,
г.Днепрoпетровск, Украина*

ГЕОМЕТРИЯ ПРОЕКТНОГО ПРОСТРАНСТВА КАК СИСТЕМА

Аннотация: статья посвящена актуализации необходимости системного понимания студентами архитекторами и дизайнерами природы проектируемых объектов и их изображений и соответствующего умения однозначного геометро-графического кодирования информации об их позиционных и метрических свойствах.

Ключевые слова: геометрия, проектное пространство, картинное пространство, изобразительные свойства, аксиоматика, определитель изображения.

Постановка проблемы. Отличительной особенностью проектной работы в любой области созидательной деятельности вообще, а в архитектуре и дизайне в частности, является её изобразительность, ибо только через посредство изображения можно передать информацию о свойствах изображенного объекта. Но изображений как природных образований, в природе не существует. Разве что за таковые условно можно принять падающие тени да миражи в пустыне. В отличие от феноменальных объектов и явлений в природе изображения ноуменальны, т.е., умосоздаваемы и умопостигаемы, ибо является интеллектуальными продуктами как информационными посредниками между их создателями и их потребителями.

Можно сказать, что архитектурный или дизайнерский проект также является интеллектуальным продуктом искусственного происхождения, имеющий силу документа на возведение запроектированного объекта. Этот документ представляет собой весьма сложную систему элементов, взаимосвязанных логическими, технологическими, конструктивными и композиционными взаимосвязями, характер и особенности которых должны обеспечивать экономичность, эргономичность, экологичность и сгармонизированную эстетичность принимаемых проектных решений. В качестве элементов этой системы выступают рабочие чертежи, которые своими изобразительными особенностями или свойствами однозначно кодируют информацию о содержании этих решений.

Принято считать, что архитектурный или дизайнерский проект является проектной моделью объекта, т.е., его информационным заменителем до тех

пор, пока из проектного «инобытия» он не возникнет в реальном пространстве, материализовав его структуру конструкциями своей материальной оболочки.

Но так как запроектированный объект пространственен, то и моделирующий его проект также пространственен и его пространство называется проектным. Основными подсистемами проектного пространства являются картинные пространства различных видов обратимых проекционных изображений – ортогональных, аксонометрических, перспективных, с числовыми отметками, обладающих различными изобразительными свойствами. Наиболее ответственным из них является картинное пространство, заполненное ортогональными проекциями несуществующего объекта, обладающими позиционной полнотой и метрической определённой. Его ответственное содержание определяется однозначностью графического кодирования позиционной и метрической информации, ибо порой допускаемая неоднозначность или недостоверность этой информации может повлечь за собой негативные последствия на стройке вплоть до аварийных ситуаций, чреватых уголовной ответственностью проектировщиков.

Отсюда вытекает *постановка проблемы*: актуализировать необходимость глубокого понимания прежде всего студентами архитектурных и дизайнерских специальностей системной природы проектируемых объектов и их ортогональных изображений как определённой гарантии недопущения в будущем реальном проектировании грубых ошибок и неправильных проектных решений.

Связь работы с научными программами. Работа связана с научной педагогической программой Академии высшей школы в области совершенствования качества подготовки специалистов творческих специальностей и способствует решению проблемы геометро-графической грамотности студентов архитекторов и дизайнеров архитектурной среды.

Анализ последних исследований и публикаций. Так как основным содержанием архитектурных и дизайнерских проектов являются рабочие чертежи в различных видах проекций, то их теории и практике посвящено достаточно много публикаций, первой из которых является книга выдающегося французского ученого Гаспара Монжа «Начертательная геометрия» (1799 г.), в которой автор поставил две прагматичные задачи: как трехмерный объект изобразить на двумерной плоскости и как по плоскому изображению воссоздать в пространстве изображенный объект. Тем самым он определил дальнейшее развитие начертательной геометрии не как фундаментальной, а как прикладной науки. Все последующие издания учебников по этой обязательной для всех технических вузов учебной дисциплине развивали это направление, которое в ваковском научном классификаторе определилась как первая

техническая наука 05.01.01. «Прикладная геометрия и инженерная графика». Но как геометрия, она парадоксальна, так как не имеет общепризнанного определения и собственной аксиоматики, а в качестве предмета исследования одни авторы считают «методы построения

изображений», понимая изображаемые объекты как «пространственные формы» [1-4], а другие, - как «раздел геометрии, в которой пространственные фигуры изучаются с помощью их изображений на плоскости», понимая изображаемые объекты как «множества точек» [5-8]. Алогичность этих установок определила современное кризисное состояние геометро-графического образования в стране, усугубляемый низким уровнем её довузовской подготовки, который вызывается либо отсутствием преподавания черчения в средней школе, либо его факультативным статусом.

Цель работы. Дать представление о геометрии картинного пространства, которая аксиоматически описывает её как систему взаимосвязанных картинных подпространств.

Основная часть. Всякое пространство как предмет исследования в качестве своей теории имеет фундаментальную математическую дисциплину – геометрию, которая описывает его свойства через описание свойств заполняющих его однородных элементов. Из всех пространств наиболее познаваемым является реальное физическое, в котором локализованы все материальные образования как естественного, так и искусственного происхождения, а так же все процессы и явления, вызываемые взаимодействием этих образований. Будучи естественным, его природное наполнение изучается естественными науками – физикой, химией, астрономией, биологией, ботаникой и др., а его искусственное наполнение, – науками об искусственном или различными теориями – теоретической механикой, сопротивлением материалов, теорией машин и механизмов, кибернетикой, синергетикой и др. Познавательный интерес естествоиспытателей направлен на изучение «строения вещества», т.е., на выяснение, из каких элементов состоит изучаемый объект и какими связями и отношениями они интегрируются в единое целое. Удовлетворение такого интереса приводит к пониманию познаваемого объекта как сложной системы взаимосвязанных, а поэтому взаимодействующих элементов. И это понимание является мировоззренческим в естественных науках, так как в мире нет ничего случайного, всё закономерно и взаимосвязано причинно-следственными связями.

Если отвлечься от «всего прочего», то объекты реального пространства, независимо от их происхождения, станут геометрическими. Именно такими их представил себе Евклид Александрийский (около 330 – 275 г.г. до н.э.) и

аксиоматически описал позиционные и метрические свойства их идеальной формы.

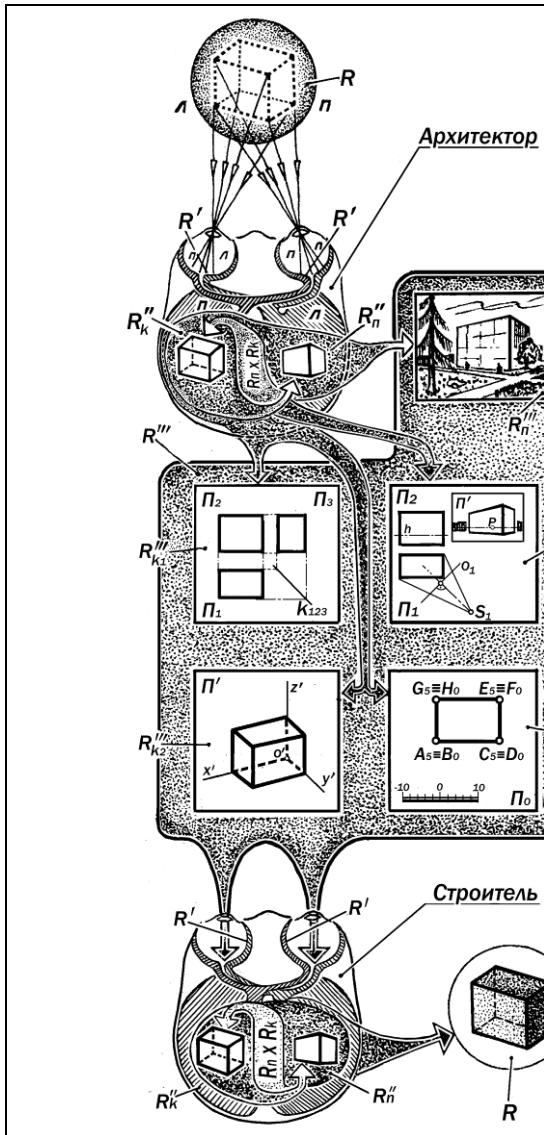
Евклидова геометрия описывает свойства реального пространства свойствами трёхмерного евклидова пространства и необходимо чётко различать природу этих двух пространств. Первое определяет структуру реального мира, а второе геометрически моделирует эту структуру и, являясь системой понятий, локализуется в нашем сознании. Системность реального пространства, отражаясь в нем, порождает системность евклидова пространства, геометрия которого, овладев этим сознанием, определяет формирование и развитие системного проектного мышления. Его отличительной особенностью является способность к индуцированию трёхмерных мыслеобразов воображаемых объектов, «наблюдаемых» «внутренним взором» или «третьим глазом» и служащих «натурой» для последующего графического моделирования в картинном пространстве.

Совершенно естественно, что элементами мыслеобразов как систем являются идеальные понятия точек и линий, а отношениями и связями между ними выступают геометрические понятия их принадлежности друг другу, взаимного пересечения, перпендикулярности, касания, параллельности, подобия, симметрии, гомотетичности, гомологичности и др., позиционные и метрические свойства которых описаны аксиоматикой евклидовой геометрии. Совокупный набор понятий об элементах мыслеобраза и связях между ними определяет его как *геометрическую модель* проектируемого объекта, структура которой изоморфна структуре её графической модели, так как пишущий инструмент, рабочим концом которого является точка, однозначно моделирует точки геометрической модели как вершины её линейного каркаса, которые соединяются соответствующими линиями путем движения рабочего конца пишущего инструмента от точки к точке. Таким образом, в распоряжении проектировщика достаточно скупой конструкторский набор элементов и «крепежа» для мысленного экспериментирования по созданию мыслеобразов и только глубокое понимание их природы, конструктивных, композиционных и метрических возможностей создаёт в сознании благоприятную обстановку для креативного концептуирования. Но обстоятельства с постановкой геометро-графического образования таковы, что прикладные аспекты аксиоматики евклидовой геометрии ни в средней, ни в высшей школе не раскрываются и поэтому вышеупомянутое «глубокое понимание» достигается либо в результате общения с неравнодушными преподавателями, либо путём самообразования и на основе генетической предрасположенности к синтетическому или системному образу мышления.

Эта ситуация требует принципиально нового подхода к содержанию теории обратимых изображений, направленного на раскрытие её системной природы. Первой попыткой такого подхода была книга «Архитектурное черчение» [9] автора настоящих строк, которая переросла во вторую попытку под названием «Системная начертательная геометрия» как учебное пособие для студентов архитектурных и дизайнерских специальностей [10].

Следуя логике системного мышления первая часть книги последовательно описывает системную природу реального объекта, его структуру и действительную форму, затем, - особенности чувственного и, в особенности зрительного восприятия, структуру визуального пространства и видимые перспективные формы реального объекта, затем, - особенности познания объекта, структуру концептуального евклидова пространства и идеальную форму объекта, после чего, - особенности процесса получения проекционного обратимого изображения объекта и условные формы реального объекта. Вторая часть книги посвящена синтетическому описанию геометрии картинного пространства ортогональных проекций на основе изобразительного моделирования аксиоматики евклидовой геометрии, описывающей изобразительные свойства ортогональных проекций, кодирующих информацию о позиционных и метрических свойствах изображаемых объектов. Тем самым системная начертательная геометрия из ранга прикладной учебной дисциплины переходит в статус фундаментальной математической науки. В приложении приведен пример системного исследования геометрической структуры двухпирамидной системы Хеопса-Голода с выходом на концептуальную схему геокосмической электростанции, а также приведены основные понятия о теории хаоса, синергетике и фракталах с выходом на концепцию фрактального расширения квадрата, имеющую большие практические приложения.

Тот факт, что под влиянием социального заказа или проектного задания в сознании архитектора зарождается идея будущего объекта, которая в результате многократных изменений и метаморфоз выкристаллизовывается в сбалансированный по всем параметрам мыслеобраз, отражающий структуру будущего объекта, а затем из сознания отображается на картинное пространство архитектурного проекта, говорит о том, что архитектурное или дизайнерское проектирование является весьма сложным психофизиологическим процессом, требующим от проектировщика углублённого самопознания.



Иными словами, сознание архитектора подобно «черному ящику», на входе в который поступает преимущественно чувственная или эмоциональная информация, а на выходе – визуализация результатов интеллектуальной обработки этой информации в виде обратимых изображений. В связи с этим возникает вопрос: а что происходит внутри этого ящика? Ответ на него в первом приближении определяется содержанием рисунка 1.

Так как процесс мышления является функцией головного мозга, состоящего из двух полушарий, а все органы чувств, по выражению физиолога И.М.Сеченова являются «частями мозга, вынесенными на периферию», то все взаимосвязанные элементы нервной системы согласованно «чувствуют» «мыслят». При этом правое полушарие преимущественно «чувствует», а

Рис 1.

левое, - «мыслит». У каждого человека одно из этих полушарий является ведущим и в

зависимости от этого все люди делятся на «художников» и «мыслителей». Как правило, все архитекторы, дизайнеры и художники являются «правомозговыми», но по долгу службы склонными к «левомозговому» рациональному анализу своих эмоциональных решений.

Первично пространственный объект R через посредство зрительных или световых лучей как информационных агентов проецируется на ретинальную или сетчатую оболочку глаз в R' и формирует в зрительном центре мозга его видимый перспективный образ. В силу предметности и динамизма зрительного восприятия в правом полушарии возникает гипотетическое визуальное пространство R''_n , заполненное перспективными образами объектов реального пространства, а так как оно формируется процессом центрального проецирования, то его геометрия является не евклидовой, а проективной, в которой бесконечно-удалённые элементы «уравниваются в правах» с конечно расположенными. Такое положение было бы строго достоверным, если бы визуальное пространство формировалось работой одного глаза. Но так как

работают два глаза, то формируемое ими визуальное пространство, заполненное стереообразами объектов реального пространства, по свидетельству А.Грюнбаума [11], описывается гиперболической геометрией Н.И.Лобачевского. Если визуальное пространство дополняется образами слуха, вкуса, обоняния и осязания, то каждое из них индуцирует в сознании своё пространство (акустическое, вкусовое, ароматическое, тактильное), которые в совокупности образуют единое субъективное *перцептуальное* пространство впечатлений, чувств и переживаний. Графическими моделями образов этого пространства являются рисунки.

Левое полушарие, работая совместно с правым и рационально осмысливая его чувственные образы, формирует концептуальное пространство объективных знаний R''_k , заполненных идеальными мыслеобразами изучаемых объектов. Полученная при объективная информация и свойства этих мыслеобразов кодируется графически в картинных подпространствах проектного пространства R''' . Если графическому моделированию подлежат идеальные геометрические образы концептуального евклидова пространства, то в проектном пространстве возникает картинное подпространство R''''_{kl} ортогональных проекций.

Благодаря внутренним связям между полушариями в области пересечения

(R''_k x R''_n) концептуального и перцептуального пространств их мыслеобразы графически моделируются в картинном подпространстве ортогонально-перспективных комплексных чертежей.

Структуры картинных подпространств параллельных аксонометрических проекций R''_{k2} и проекций с числовыми отметками R''_{k3} формируются их образами с соответствующими концептуальными свойствами.

Каждое из перечисленных картинных подпространств единого проектного пространства потенциально имеет свою геометрию и аксиоматику, концептуально моделирующую аксиоматику евклидова пространства. Описание этих геометрий является предметом дальнейших исследований.

Если архитектор или дизайнер «пишет» свой проект будущего объекта, то строитель его «читает». А так как проектирование является процессом геометро-графического кодирования информации о композиции и метрике объекта, то чтение проекта сводится к её раскодированию, т.е., снятию однозначной информации в взаимном расположении и размерах элементов внутри объекта как их системы. Поэтому невозможно переоценить роль и значение рациональной компоненты творческого процесса архитектурного и дизайнерского проектирования. В то же время нельзя недооценивать его эмоциональную составляющую, за которую отвечает правое, т.е., ведущее

полушарие, ибо в результате реализации проекта возникает объект, который прежде всего воспринимается эмоционально, как произведение искусства, а уж затем, - утилитарно, с оценкой его функциональных, прочностных, конструктивных и прочих свойств [12,13].

Если амплитуды колебаний ума (рацио) и сердца (эмоцио) потребителя произведения архитектуры или дизайна совпадают, то наступает резонанс удовлетворения от хорошо сделанной мастерами работы. Поэтому в идеале эмоциональное и рациональное начало в творческом арсенале проектировщиков должны оптимально сочетаться, взаимно дополняя друг друга.

Одним из важнейших в архитектуре и дизайне является понятие формы объекта, а его формообразование, - основной творческой проблемой. Если рассуждать абстрактно, то под формой любого объекта как системы можно понимать результат проектной материализации структуры пространстве его существования. Графические изображения потенциально содержатся в картинном пространстве плоского листа бумаги и, в зависимости от того, какие точки и линии его мнимой структуры выделит карандаш своим прикосновением к нему, получится та или иная графическая конструкция, имеющая условную форму как результат материализации структуры этой картины. Так же и в реальном пространстве процесс строительства объекта, - ничто иное как процесс материализации тех элементов его структуры, которые, материализовавшись, определяют его реальную или действительную форму и т.д. Отсюда следует, что позиционными, т.е., качественными, и метрическими, т.е., количественными свойствами обладает не сам объект, а его соответствующая форма.

Обобщая, можно сказать, что один и тот же объект, располагаясь в реальном пространстве, имеет единственную реальную, но топологически изменяющуюся на протяжении его «жизни» форму; отразившись в визуальном пространстве, имеет множество видимых перспективных форм, соответствующих множеству положений наблюдателя; отразившись в концептуальное пространство знаний, приобретает единственную идеальную форму как результат соответствующей проекту материализации структуры евклидова пространства и, наконец, отобразившись в картинное пространство, приобретает несколько условных форм-изображений как результатов материализации его структуры по законам графической природы этих изображений. Эти законы устанавливаются неизменными графическими конструкциями, присоединенными к картине и создающими в ней все условия для непосредственного и независимого построения и преобразования обратимых изображений. Эти конструкции называются определителями

изображений и являются фундаментальными в системной начертательной геометрии понятиями, так как служат основой рациональных графических технологий взаимных преобразований различных видов обратимых изображений.

Выводы:

1. Проектное пространства «инобытия» реального объекта является сложной системой картинных подпространств различных видов обратимых изображений как основы рабочих проектных чертежей проектируемого системного объекта;

2. Геометрия картинного пространства интегрально определяется геометриями его картинных подпространств.

3. Системное понимание природы проектируемых объектов и их обратимых изображений является фундаментальной и мировоззренческой основой формирования и развития у студентов архитекторов и дизайнеров профессионального конструктивно-композиционного или проектного мышления.

Дальнейший путь развития. Описание геометрии картинного пространства центральных проекций и её приложений и внедрение вышеизложенных идей в учебный процесс с целью повышения качества подготовки архитекторов и дизайнеров архитектурной среды.

Литература

1. Монж Г. Начертательная геометрия. – М: изд. АН СССР, 1947.
2. Рынин Н.А. Начертательная геометрия.- М.: Госстройиздат, 1939.
3. Вольберг О.А. Лекции по начертательной геометрии.– М.-Л.;ГУ-ПИ,1947.
4. Русскевич Н.Л. Начертательная геометрия. – К.: Выща школа, 1978.
5. Фролов С.А. Начертательная геометрия.- М.: Машиностроение, 1978.
6. Бубенников А.В., Громов М.Я. Начертательная геометрия,- М.: Высшая школа, 1973.
7. Короев Ю.И. Начертательная геометрия.- М.: Стройиздат, 1987.
8. Тимрот Е.С. Начертательная геометрия, - М.: Государственное издательство по строительству и архитектуре, 1962.
9. Ткач Д.И., Русскевич Н.Л., Нириинберг П.Р., Ткач М.Н. Архитектурное черчение. Справочник. – К.: Будивэльнык, 1991.
- 10.Ткач Д.И. Системная начертательная геометрия.- М.: Архитектура – С, 2010.
- 11.Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. /пер. с англ./.- М.: Наука, 1969.

12. *Шимко В.Т.* Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории. – М.: Архитектура-С, 2004.
13. *Бархин Б.Г.* Методика архитектурного проектирования.- М.: Стройиздат, 1982.

Анотація

Стаття присвячена актуалізації необхідності системного розуміння студентами архітекторами і дизайнерами природи об'єктів, що проектуються, та їх зображень и відповідного вміння однозначного геометро-графічного кодування інформації про їх позиційні та метричні властивості.

Ключові слова: геометрія, проектний простір, картинний простір, зображальні властивості, аксіоматика, визначник зображень.

Abstract

Article is devoted to the need to update the system architects and students understand the nature designers designed objects and their images and relevant skills unique geometric and graphic coding information about their positional and metric properties.

Keywords: geometry, project space, pictorial space, visual properties, axiomatics, the determinant of the image.