

ВЫЯВЛЕНИЕ ОБЪЕКТИВНОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ КОМПОЗИЦИОННОЙ СТОРОНЫ АРХИТЕКТониКИ МЕТОДАМИ ОКУЛОГРАФИИ И МИОГРАФИИ

УДК 72.017:004.9
ББК 85.11в7:32.81

Г.В. Козлов

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств (государственный университет), Новосибирск, Россия

Аннотация

В статье рассмотрено понятие архитектурной артикуляции как представления человеком архитектурной формы в деталях. Артикуляция исследуется экспериментальным путем по следам восприятия архитектурной формы, фиксируемым методами окулографии и миографии. Рассматриваются особенности использования указанных методов, которые дают возможность получать новые знания о том, как сделать этот способ детализации архитектуры возможным для реализации соответствующих автоматизированных программных компьютерных технологий архитектурного проектирования и формообразования. Приводятся результаты специальных расчетов и проведенного эксперимента в форме соответствующих компенсационных архитектурных композиционных моделей – тектонической и атектонической, позволяющих выполнять соответствующее описание архитектурных произведений с позиции архитектурной композиции. Рассматривается возможность коррекции композиции архитектурного произведения на базе анализа зрительных карт, которые дают возможность выявить их особенности, указывающие на возможность редактирования и улучшения качества артикуляции архитектурной композиции.¹

Ключевые слова: архитектура, архитектурный синтез, архитектурная артикуляция, архитектурное формообразование, окулография, миография

IDENTIFICATION OF THE OBJECTIVE APPROACH TO THE STUDY OF ARCHITECTURAL COMPOSITION AND ARCHITECTONICS BY METHODS OF OKULOGRAPHY AND MYOGRAPHY

G. Kozlov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts", NSUADA (State University), Novosibirsk, Russia

Annotation

The article deals with the concept of architectonic articulation as a personal representation of an architectural form in details. Articulation is investigated experimentally in the footsteps of perception of the architectural form, fixed by methods of oculography and myography. The peculiarities of using these methods are considered. It makes possible to obtain new knowledge on how to make this method of detailing the architecture for the implementation of appropriate automated software computer technologies for architectural design and shaping. The results of special calculations and experiments are presented in the form of appropriate compensatory architectonic compositional models - tectonic and atectonic models, allowing to perform the corresponding description of architectural works from the position of architectonics. The possibility of correction of a composition of an architectural work on the basis of the analysis of

¹ **Для цитирования:** Козлов Г.В. Выявление объективного подхода к изучению композиционной стороны архитектурной композиции методами окулографии и миографии // Architecture and Modern Information Technologies. – 2018. – №1(42). – С. 341-354 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2018/1kvart18/24_kozlov/index.php

visual maps, which enable to reveal their features, indicating the possibility of editing and improving the quality of articulation of an architectural composition.²

Keywords: architectonics, architectonic synthesis, architectural articulation, architectonic form-building, eye-tracking, myography

Со времени введения в научный оборот архитектурных исследований понятия тектоника К. Бэттихером [1], в ней активно ведутся связанные с ним научные изыскания. На настоящем этапе тектоника рассматривается как категория архитектоники, отражающая тот же феномен, но имеющая более широкий диапазон значений и более высокий уровень теоретического обобщения по сравнению с исходным понятием тектоники. Существует целый ряд научных исследований феномена архитектоники, которые концептуально близки нашей работе: А.И. Некрасова [2], И.А. Азизян, И.А. Добрицыной, Г.С. Лебедевой [3], Е.К. Блиновой [4], В.А. Опарина [5], М.М. Дадашевой [6]. Следует отметить работу П. Шумахера «Манифест параметризма», в которой, к сожалению, без определения вводится новое научное понятие тектонической артикуляции «tectonic articulation» [7], значительно уточняющее методику анализа архитектоники.

С появлением новых компьютерных технологий, исследование артикуляции становится актуальным для получения новых и более глубоких знаний о проблеме феномена архитектоники, которую можно представить в виде бинарной логической структуры архитектонического синтеза, объединяющей противоположные стороны феномена архитектоники – рационально-конструктивную и чувственно-композиционную. Например, колонну Парфенона можно рассматривать как элемент конструкции и как элемент композиции. Эти две точки зрения диаметрально противоположны. Если рассматривать колонну как конструкцию, то мы становимся на объективную рациональную точку зрения, которая сводится к количественному представлению в виде расчета. Конструктивную сторону в настоящее время можно исследовать с помощью компьютерных расчетов МКЭ (метода конечных элементов). МКЭ реализовано в различных программных комплексах класса CAE (Computer-aided-engineering): ANSYS, Autodesk Revit Structure, Autodesk Inventor, SolidWorks, COSMOS-M GeoStar, NASTRAN, SOFiSTiK, ABAQUS и др. Этот подход к изучению архитектоники апробировался нами ранее [8]. В данных условиях архитектурное формообразование, обоснованное с физико-конструктивной точки зрения, рассматривается как архитектурная пластика.

Если же рассматривать колонну как элемент композиции (архитектурной формы), то это субъективный чувственный (не рациональный) взгляд с опорой на качественное представление, не сводимое к количественным характеристикам. Сторонником композиционного подхода к архитектонике выступает В.А. Опарин, когда отдает свое предпочтение утверждению А.И. Некрасова: «Тектоника не может быть заменена конструкцией...» [5, с.58]. В связи с этими условиями, в процессе архитектурного проектирования возникает конфликтная ситуация между конструкторами и архитекторами. Специфика работы конструкторов позволяет все сводить к расчетам, которые дают им главное преимущество – возможность вычислить оптимальную конструкцию с точки зрения материальных затрат. Архитекторы, создавая форму произведения, не всегда могут опереться только на расчеты. Это делает позицию архитекторов менее устойчивой.

Там, где требуется экономия материальных ресурсов и не требуется композиционно сложной формы, конструкторы постепенно вытесняют архитекторов. В результате архитектурная деятельность элиминируется, вместо нее возможно превалирование

² **For citation:** Kozlov G. Identification of the Objective Approach to the Study of Architectural Composition and Architectonics by Methods of Okulography and Myography. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2018, no. 1(42), pp. 341-354. Available at: http://marhi.ru/eng/AMIT/2018/1kvart18/24_kozlov/index.php

«псевдоархитектуры», архитектуры, лишенной выразительности. Поэтому для преодоления данной тенденции архитекторам необходимо противопоставить конструкторам композиционно-художественный аспект.

Теоретически решение этой проблемы существует: физиология предполагает, что человек воспринимает предметы целостно [9], в данном случае – как феномен архитектурного синтеза, одновременно осознавая обе его стороны: рациональную и чувственную. Возникает проблема фиксации целостности архитектуры, для решения которой, предположительно, потребуется анализ архитектурной композиции, что делает необходимым и актуальным изучение процесса восприятия архитектуры формы в рамках комплексного исследования архитектурного синтеза.

Целью представленной статьи является сообщение о результатах нового компьютерного анализа композиционной части архитектурного синтеза – артикуляции, выполненного автором. Объектом исследования становится архитектурная форма, где артикуляция – это особый инструмент, дающий новый подход к изучению восприятия архитектурной композиции.

Согласно А.И. Некрасову, тектоника – это «образ действия сил». Исходя из этого, термин «Артикуляция» применительно к тектонике означает способ представления, при котором возникает данный образ, который «проговаривается» или отражается человеком в его сознании. Артикуляция – это система «проговаривания» архитектурного образа. От индивидуального представления конкретного человека зависит, какие детали или какая пластика будет употреблена в архитектуре. Артикуляции придавалось особое внимание в эпоху Барокко, в архитектурных произведениях Микеланджело. Артикуляция – это то, как архитектором представляются и выражаются детали архитектурной формы. В тоже время артикуляция может быть вычленена в архитектурном произведении. Так, в архитектуре Древнего Египта в поминальном комплексе фараона Джосера, построенном около 2650 г. до н.э. колонны, которые в истории архитектуры полагаются одними из самых ранних, имели вертикальные выпуклые каннелюры. Возможно, архитектор Имхотеп желал изобразить связку тростника, т.к., вероятно, древние египтяне строили из этого растения свои хижины. Эта важная особенность артикуляции состоит в том, что сознание, минуя функцию, стремится к детализации формы.

Если пластика (конструкция) в процессе конструирования отсекает лишние, физически не обоснованные детали формы, то артикуляция, наоборот, добавляет элементы там, где их недостаток ощущается физиологически. Благодаря артикуляции форма становится более понятной и наполняется смыслом. В этом случае артикуляция рассматривается как внешнее выражение внутреннего физиологического «проговаривания» формы. Формообразование, обоснованное физиологически и композиционно, понимается как архитектурная артикуляция.

Большую роль в изучении физиологии восприятия архитектуры, и, в частности, артикуляции, могут сыграть современные неинвазивные компьютерные технологии, не требующие медицинского участия. Особенности работы сознания в момент артикуляции как отражения образа «действия сил» в настоящее время исследовать затруднительно. В данный момент можно записать только некий след, внешнюю реакцию. Это позволяют сделать различные технические устройства, программы и методы. Например, айтрекеры (eye-trackers) и гейзтрекеры (gaze-trackers). С помощью метода окулографии есть возможность осуществить запись маршрута зрительного восприятия любого архитектурного произведения.

Существует ряд самостоятельных гипотез, касающийся изучения зрительного восприятия архитектуры. А.И. Некрасов предполагал, что зрительное восприятие архитектуры не является «беспорядочным» [2]. Сам теоретик опирался на изречение Леонардо да Винчи: «Глаз породил архитектуру». В. Гропиус в своем труде «Границы архитектуры» писал, что «Глаз ничего не знает, он реагирует автоматически» [10]. В настоящее время эти

гипотезы могут быть проверены экспериментальным путем. Для их проверки, автором данной статьи был написан специальный комплекс компьютерных программ, создана отдельная трехмерная виртуально-цифровая среда, которая позволяет производить виртуальные прогулки по пространству виртуальной сцены (рис. 1). В этой среде запрограммирована поддержка средств окулографии и миографии. Выполнены комплексы визуализации результатов, разработанные на платформе Rhinoceros+Grasshopper (рис. 2). Созданы программы обработки и расчета математической статистики на основе экспериментально полученных данных (рис. 3).



Рис. 1. Виртуальная среда для трехмерных виртуально-цифровых экспериментов



Рис. 2. 3D-окулограмма фасада Парфенона

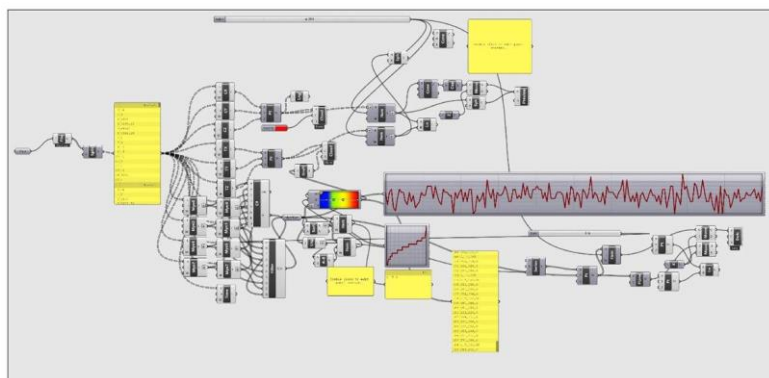


Рис. 3. Структура авторского алгоритма обработки данных (программа RhinoCeros Grasshopper)

С помощью компьютера маршрут восприятия участника эксперимента можно наблюдать при воспроизведении зрительных карт, сделанных с помощью метода окулографии по перемещениям взгляда зрителя (виртуальной камеры) в трехмерном виртуальном пространстве. В качестве содержания участникам предлагалось рассмотреть различные изображения, ориентированные на тектонику или атектонику, а также различные конструктивные системы. На полученных в результате эксперимента зрительных картах можно наблюдать, как человек движется по виртуальной сцене вокруг архитектурного объекта, и в какие точки объекта (точки взгляда) он смотрит. Во время движения человек может рассматривать детали, окидывать взглядом все сооружение, представляя себе части и целое. При анализе таких зрительных карт можно увидеть, что восприятие архитектурных сооружений происходит организованно, а не беспорядочно. Это позволяет объективно оценивать логическое требование композиционного многообразия архитектурных форм и дает объективное представление о восприятии архитектурной формы и её архитектурных элементов.

Согласно другим исследованиям, при восприятии тектоники человеком возникает кинестетическая (мышечная) реакция, как «мышечное чувство». Например, при восприятии скульптуры, когда человек пытается мысленно воспроизвести позу конкретной скульптуры, «переноса» ее на себя – в это время сокращаются определенные мышцы. Этой гипотезы, в частности, придерживались Б.Р. Виппер [11], А.И. Некрасов [2], Е.К. Блинова [4]. В связи с этим, в эксперименте производилась миография. Миография часто используется в медицине [12]. Существует множество различных устройств для компьютерной миографии [13]. Таким образом, миография, на наш взгляд, может дополнить и расширить анализ артикуляции.

Попытка создать теорию архитектурной композиции, в том числе объективной оценки архитектоники на основе вычислений была осуществлена Г.Г. Азгальдовым [14]. В нашем эксперименте измерения проводились по другим формулам и принципам, за счет различных показателей артикуляции по зрительным картам. Эмпирические данные строятся и вводятся автором на базе инструментальных показателей, которые получены на основе геометрии окулограмм и миограмм.

Методика представленного исследования предполагает работу в области гносеологической проблематики, где наиболее известны методы интроспекции, гештальтпсихологии, феноменологии, герменевтики, нейропсихологии, задача которых состоит в достижении объективности исследований феноменов сознания. В гносеологии существует разница и возникает проблема тождества между объектом мысли и мысли об объекте. Возможно, нельзя напрямую ответить на вопрос о том, что такое сознание, но также не удастся ответить на вопрос, что такое число, и тем не менее мы можем производить некоторые операции с их помощью. Особенную ценность, для развития методики данного исследования, представляют научные труды Р. Арнхейма, затрагивающие гештальтпсихологию «визуального мышления», в рамках которой рассматриваются тектонические эксперименты и собственные тектонические интроспекции: «Равновесие», «Динамика», «Напряжение», крайне важные для изучения феномена архитектоники [15,16].

В нейролингвистической психологии устанавливается важная связь того, что положение и движение глаз или «глазные ключи доступа» указывают на связь зрения с работой мышления [17]. Учитывая этот подход нами проводится реконструкция архитектоники, близкая к историческим истокам понятия и, в частности, к критической философии И. Канта [18, 19, 20]. Поэтому рассматриваемая проблематика изучается нами как вторая антиномия И. Канта, связанная с рациональным количественным представлением объекта. Поэтому объективный подход выявляется как возможность численного аналитического объяснения результатов визуального анализа, когда качественная сторона предмета – цвето-графической схемы – исследуется количественно.

При современном уровне неинвазивных аппаратных компьютерных технологий возникает возможность формализации феномена архитектурной и поиск соответствующих операций вычислений в области автоматизированного архитектурного формообразования численными методами, как в свое время те же процессы, например, протекали в истории математической логики [21,22], которая впоследствии породила саму технику, рассматриваемую теперь как новый двигатель архитектуры. Тогда: «Объектом» становятся «Функция», а именно два типа, которые мы конструируем и связываем с двумя типами аргументов, либо с исходящими логическими (по наличию свойств и качеств, определяемых авторами исследования, с опорой на объективный метод интроспекции), либо с входящими численными (полученными в численном геометрическом анализе окулографии и миографии).

В проведенном исследовании при установлении объективности главную роль играет еще один подход, известный в кибернетике – использование принципа обратной связи, когда известны исходные функции–парадигмы и профессии участников (фиксация проблемы герменевтики Гадамера) и содержание предъявляемых изображений (фиксация проблемы феноменологии Э. Гуссерля). Входящие функции рассматриваются как реакционные или отраженные. В момент сравнения их с исходными они получают «преломленными», и уже рассматривается их отклонение или связь с целевыми исходными функциями. Устанавливается система связей всех функций, которая может быть получена математически, путем вычисления всех связей как корреляций между функциями, результаты которой могут быть записаны в соответствующую матрицу корреляции. Все полученные функции относятся к одной численной природе. По этой причине при сравнении отклонений основных типов функции системы друг от друга гносеологической проблемы не возникает. Численно при замыкании системы на себя значение корреляции становится равным единице. Система получается открытой, остается взаимодействие с внешними источниками информации.

Интерпретация полученной системы производится, как это полагается, по правилам математической статистики, на основе вычисляемых значений корреляции между всеми функциями одновременно. В процессе функции могут уточняться, изменяться, развиваться вместе с соответствующими теоретическими предложениями и моделями в архитектурной теории. В результате на выходе может быть получена система, отражающая архитектурный синтез и различные отношения между его категориями, взятыми в конкретном численном виде функций. Степень достоверности в данном случае рассматривается нами как удовлетворительная, если выполняется условие: вероятность превышает результаты случайного исхода. Полагаем, с каждым последующим опытом можно будет верифицировать данную методику. Это делает рассматриваемый подход или способ формализации объективным с определенной степенью достоверности.

Теоретические заключения можно сделать за счет бинарных показателей фактического наличия какого-либо свойства или качества на предъявляемом участнику изображении. Достаточно существенными могут оказаться теоретические параметры визуальной массы. Визуальная масса – то же, что и термины А.И. Некрасова «Масса», «Внешняя Масса» [2], которая понимается условно, как произведение объема (площади) здания или его элемента на его плотность. Визуальная масса – это чувство физической массы. В ряде полученных зрительных карт, за визуальную массу можно принять площадь в месте скопления точек взгляда на окулограмме. Существенно различать параметр физичности. Физичность означает, что объекты на изображении подвержены действию физической силы (механической, гравитации). При этом собственный вес зданий на изображениях учитывается, только если здание или его значительная часть (визуальная масса) нависают без каких-либо опор, что явно указывает на действие физических сил. Параметр физичности по А.И. Некрасову выражает «образ действия сил».

В проведенном эксперименте приняли участие более 50 человек различного возраста и групп профессий. Таким образом, один человек в исследовании составляет менее 2% от общего числа участников. Отдельно исследована группа специалистов-конструкторов и

студентов, обучающихся по этой специальности. В эту группу вошли всего 19 человек, в т.ч. 10 мужчин и 9 женщин. Также исследована группа специалистов и студентов-архитекторов, включавшая всего 21 человека, из них 11 мужчин и 10 женщин. Остальные участники не являются ни архитекторами, ни конструкторами, но их результаты учитываются в общем случае. Для проведения экспериментов автором статьи была разработана специальная управляющая программа, объединяющая все программные комплексы исследования (рис. 4). Эксперименты проводились на базе различных архитектурных проектных мастерских и образовательных учреждений Новосибирска (Новосибирском государственном университете архитектуры, дизайна и искусств (НГУАДИ), Новосибирском государственном архитектурно-строительном университете (СИБСТРИН)).

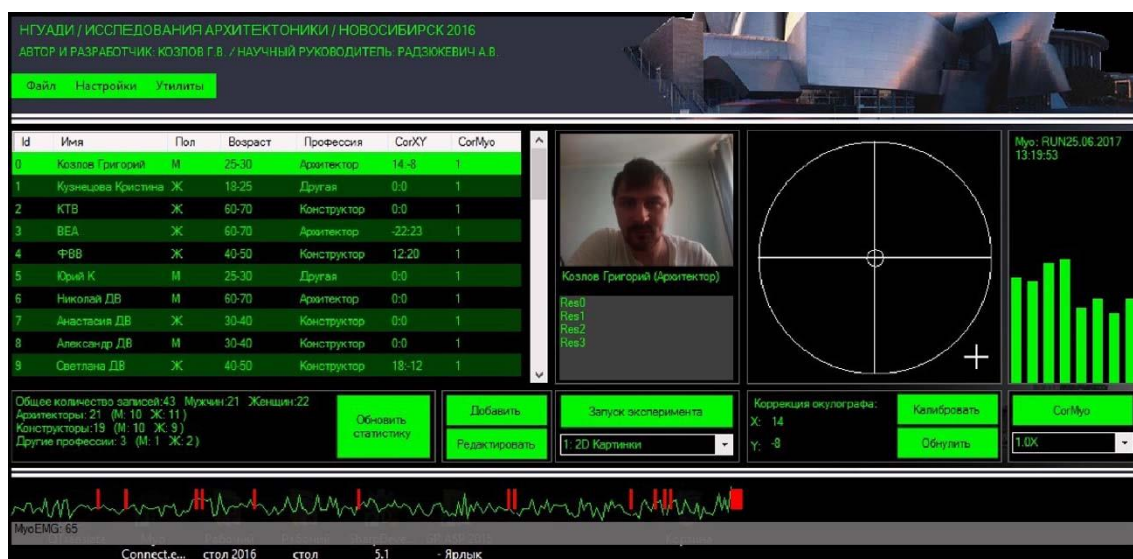


Рис. 4. Интерфейс управляющей программы

Эксперимент проводился следующим образом: участник рассматривал изображение на экране компьютера. Далее, посредством компьютерного экрана, участнику предъявляются статичные изображения – фотографии зданий и сооружений в различных по архитектонике стилях, а также элементы зданий и сооружений. Длительность показа составляла 8 секунд, промежутком между показами 3 секунды (для стирания остаточного образа). Дополнительно реципиенту предъявлялись специальные изображения, смысл которых состоял в том, чтобы уточнить некоторые элементы целевой познавательной модели. В ходе эксперимента компьютером собирались различные данные методами окулографии и миографии. Также отдельно производился подобный эксперимент с помощью тех же методов, но вместо статических изображений реципиенту предлагалась виртуальная прогулка по трехмерному пространству с трехмерными зданиями.

Экспериментально собранные с приборов данные автоматически обрабатывались с помощью специальной программы и представлялись в виде «зрительных карт». На основании анализа «зрительных карт» выявляется ряд эмпирических и теоретических моделей визуального восприятия архитектурной формы. На цвето-графической визуализации зрительных карт красными тонкими линиями отмечен маршрут зрительного восприятия. Красной тонкой линией нанесена прямоугольная область зоны рассматривания, в которую помещается весь маршрут восприятия. Каждая точка отмечена цветным кружочком, где цветом показана степень мышечной реакции. Если относительно рассматриваемой зрительной карты мышечная реакция высокая, то цвет – насыщенный красный, если низкая – холодный синий (рис. 5,6). Результаты определялись методом статистической корреляции между выше указанными группами показателей на 1762 полученных в эксперименте зрительных картах.

Полученные в результате эксперимента окулограммы позволяют выделить два случая артикуляции. В первом случае точкой притяжения или аттрактором является функция. В среднем маршрут не описывает саму форму, взгляд останавливается именно на различных существенных деталях, где выясняется смысл изображенных предметов. В этом случае форма, по всей видимости, не дает визуального определения предметам до выяснения их функции. Форма идет фоном, на котором взглядом человек выстраивает логические связи между предметами. Причем выстраивает эти связи как-бы «сходу», не обращая внимания на второстепенные детали. Во втором случае аттрактором является форма. Рассматриваются условия использования графики (знака). Причиной этого сценария могут быть такие особенности графики, которые нарушают некую плавность границ формы, их сгущение, движение, изменение, геометрии формы. Такие изменения влияют на ход восприятия. Изъяны формы, ее сложность, острые углы, сужения границ привлекают внимание зрителя и значительно влияют на маршрут восприятия. Это – формальные элементы визуальной ситуации. Такие формальные элементы, могут стать основными, вытесняя интерес к предметной части визуальной ситуации. Формальные элементы, если в ситуации их более одного, также могут рассматриваться зрителем системно.

В качестве результатов эксперимента вычислены показатели так называемой корреляции Спирмена между различными переменными, рассчитанными из полученных данных, где p – уровень значимости. Корреляционная матрица по методу Спирмена рассчитывалась в используемой в эксперименте программе «Statistic».

В целом, по анализу артикуляции численные статистические данные показывают, что тектонике в большей степени соответствуют параметры устойчивости и статики. Эти качества более чувствительно воспринимаются конструкторами. Архитекторы в меньшей степени связаны с тектоническими условиями, тектонические показатели у группы архитекторов менее интенсивные.

Эксперимент показал, что конструкторы более склонны к тектоническому типу, которому свойственно большее преобладание нижней доли зоны рассматривания 0,090 ($p < 0,05$), с которой в общем случае коррелирует композиционная горизонтальность 0,114 ($p < 0,05$), устойчивость 0,078 ($p < 0,05$) и статика 0,118 ($p < 0,05$). Конструкторы более предрасположены к горизонтальной композиции.

Архитекторы более склонны к атектоническому типу, которому свойственно большее преобладание верхней зоны рассматривания 0,091 ($p < 0,05$), с которой в общем случае коррелирует композиционная вертикальность 0,067 ($p < 0,05$), неустойчивость 0,088 ($p < 0,05$) и динамика 0,160 ($p < 0,05$). Архитекторы более предрасположены к восприятию вертикальной композиции.

В целом, изучение «маршрута» восприятия всех участников показывает, что в нижней части воспринимаемой композиции в артикуляции подавляются все атектонические проявления (неустойчивость, динамика). Атектонике соответствует большая физичность. Происходит компенсация динамики и статики в композиции. Архитектоническая компенсация происходит, когда динамика снижается внизу композиции и активизируется наверху композиции. В результате возможно построение компенсационных моделей (рис. 5,6). Эксперименты численно подтверждают обоснованность компенсационной тектонической модели, где неподвижный массивный низ и подвижный легкий верх, а динамичность визуальной массы снижается внизу композиции.

Противоположность данной модели представляет атектоническую модель. Этими моделями объясняются и интерпретируются полученные численные результаты. С опорой на данные модели удалось определить принадлежность исследуемых зданий к определенной архитектурной парадигме (тектонике или атектонике). Результаты исследований групп архитекторов и конструкторов показали, что конструкторы, как физики, более склонны к тектонике, архитекторы более выражены как атектонисты, где в

атектонике более активно проявляется физичность как архитектурное чувство и «образ действия сил» (согласно идее А.И. Некрасова). Логику компенсационной модели можно представить через визуальные эксцентриситеты, которые характеризуются смещением визуальной массы от вертикальной линии ее опоры на основание, либо визуальным наклоном несущей конструкции. При этом центр визуальной массы отличается от физического центра масс объектов на визуальных моделях.

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

Картина восприятия №145. Колледж Эмерсона в Лос-Анджелесе (Emerson College Los Angeles by Morphosis Architects). Background image from: www.brucedamonte.com

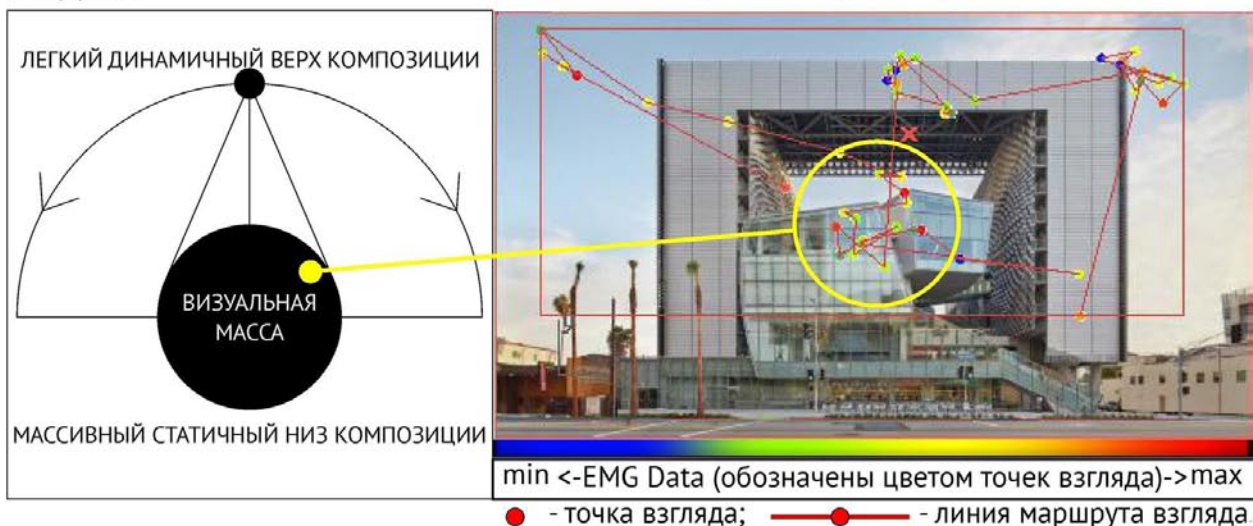


Рис. 5. Тектоническая компенсационная модель

АТЕКТОНИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

Картина восприятия №20. Телевизионная станция CCTV (Рем Колхас (Rem Koolhaas): CCTV Television Station). Background image from: www.arhinovosti.ru

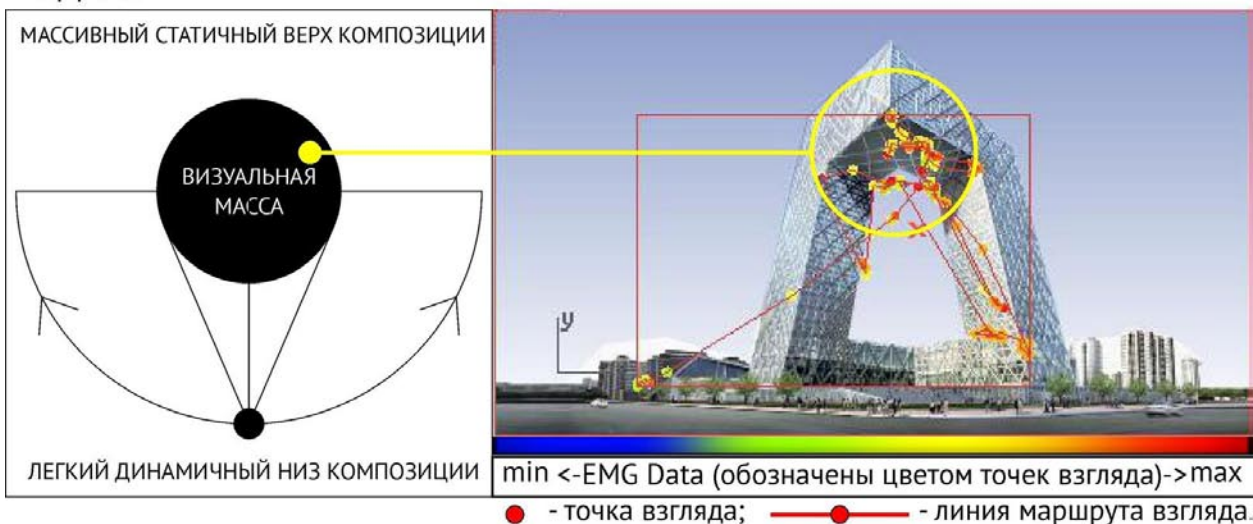


Рис. 6. Атектоническая компенсационная модель

Артикуляция связана с тектоническим образом. Тектонический образ – это понятие, которое в данном случае означает тип архитектуры, соответствующий полученным компенсационным моделям, к которому более предрасположен конкретный участник,

полагая, что у последнего есть соответствующие скрытые тектонические представления. Тектонический образ более развит у конструкторов. Архитекторы более склонны к атектоническим представлениям. Теоретически можно прогнозировать, что люди с исключительно атектоническими представлениями могут существовать, но их можно назвать скорее «деконструкторами». Поиск таких «деконструкторов», возможно, помог бы отыскать архитекторов, подобных Ф. Гери, Р. Колхасу и З. Хадид.

Эксперименты показали, что исследуемая кинестетическая гипотеза подтвердилась. Артикуляция архитектурной формы при восприятии архитектуры проявляется на кинестетических ощущениях. Мышечная реакция всегда конкретная и может быть выражена через окулограмму. Наиболее сильная реакция возникает при внезапной смене картины рассматривания или направления взгляда. Следовательно, можно утверждать, что артикуляция связана с мышечной реакцией (кинестетикой).

Проведенный эксперимент показал, что возможен новый метод компьютерного архитектурного формообразования: окулографической артикуляции. По окулограмме можно определить места, в которых концентрируется внимание зрителя – это аттракторы. Судя по большому количеству зрительных карт, внимание зрителя чаще всего обращено на какие-либо особенности в архитектуре. В некоторых случаях, например, при проектировании, по зрительным картам можно определить – где слишком много «свободного» места, следовательно, там можно наметить какой-либо новый элемент. Область, где существует место для «ожидаемого» элемента, видна по зрительным картам: там взгляд оказывается внутри пустого контура объекта (рис. 7). В целом, логику взгляда охватывает деление на две категории аттракторов: формы и содержания. Исходя из этого необходимо установить – в какой категории возможно улучшить качество артикуляции, восполнив недостатки логики взгляда, восстанавливая ее по зрительным картам.

Предположительно, артикуляцию можно сделать автоматической, используя при этом некоторое количество готовых авторских приемов для детализации композиции. Окулограммы, способны лишь указать место применения этих приемов. Окулограмма, записанная у специалиста, может служить практически учебным пособием для студентов. Это означает, что окулографию возможно использовать в пропедевтических целях при учебном проектировании.

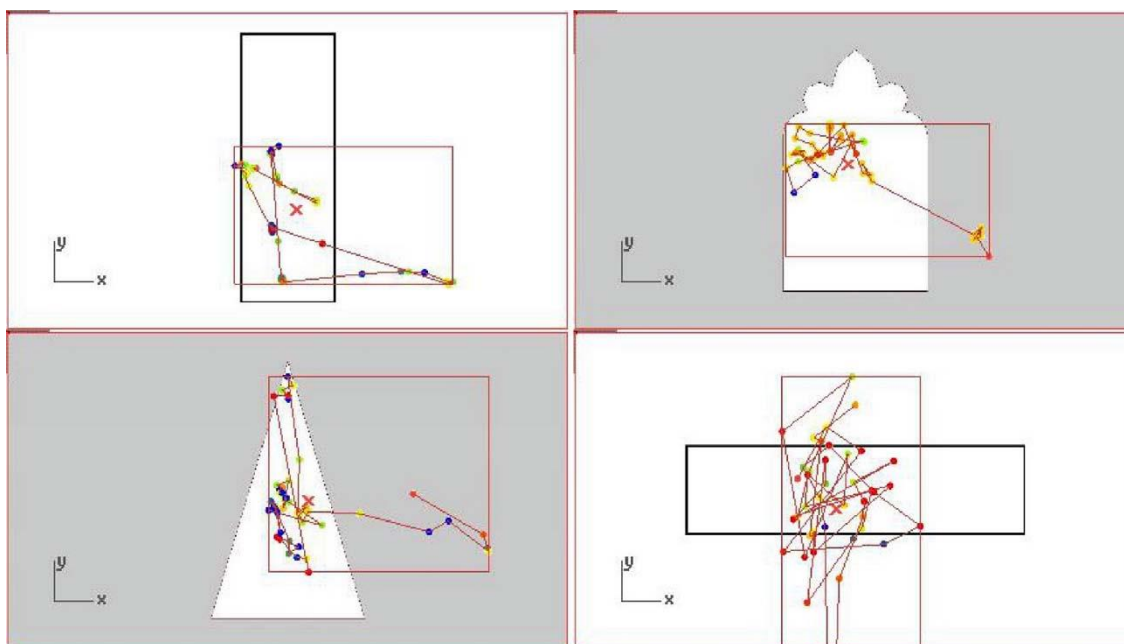


Рис. 7. Окулограмма условного оконного проема

По параметрам корреляции, соответствующим полученным моделям («правилам», «архетипам») с полной достоверностью были успешно определены архитектурные категории всех предъявляемых участникам архитектурных произведений. Это подтверждает правильность задания категорий предъявленным объектам. Кроме того, разработаны эмпирические формулы, соответствующие полученным моделям, позволяющие производить формальные вычисления парадигмы участников, с достоверностью, большей случайного исхода (39%), т.к. полученные результаты, подтвердившие парадигму участников, достоверны на 67,4 %. Исходя из этого можно предположить, что выявленный подход к формализации феномена архитектурного синтеза возможен, т.к. полученные с его помощью результаты обладают значимой степенью достоверности. Полученные модели подтверждают правильность базовых положений некоторых частных архитектурных теорий и некоторых теорий из психологии, в особенности – Р. Арнхейма. Направление некоторых тектонических идей Р. Арнхейма «Равновесие» «Динамика» в целом близко к полученным в наших расчетах результатам. Отметим только одну особенность, выявленную в проведенных исследованиях, а именно – в теоретических исследованиях без применения вычислительной техники, по-видимому, нельзя точно определить знак связи между категориями, а с помощью компьютерных вычислений без участия человека нельзя выделить объективно сами категории. Следовательно, анализ следует проводить по принципу дополненности.

Таким образом, с помощью новых цифровых средств и методов, в результате автоматической фиксации следов восприятия могут быть получены объективные числовые данные, благодаря которым возможно более глубокое изучение архитектуры. На основе разработанного метода возникает возможность изучения композиционной стороны архитектуры через артикуляцию, становятся реализуемыми новые соответствующие средства автоматизированного архитектурного формообразования. В дальнейшем архитекторы смогут опираться в своих решениях по композиции и формообразованию на эти средства, т.к. полученные окулограммы дают физиологически объективную основу корректировки композиции архитектурного решения для конкретного потребителя и целой группы.

Источники иллюстраций

Рис. 1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.artguide.com/3ds/3963-3d-model--kafederalnogo-sobora-g-klermon-frantsiya.html>;

Рис. 2. Цифровая модель предоставлена Г. Беляевым;

Рис. 3. Снимок с экрана в программе RhinoCeros Grasshopper;

Рис. 4. Снимок с экрана управляющей программы;

Рис. 5. Рисунок автора. Background image from: www.brucedamonte.com;

Рис. 6. Рисунок автора. Background image from: www.arhinovosti.ru;

Рис. 7. Снимок с экрана окулограммы условного оконного проема.

Литература

1. Botticher K. Die Tektonik der Hellenen. Bd. I. – Potsdam, 1844.
2. Некрасов А.И. Теория архитектуры. – М.: Стройиздат, 1994. – 480 с.
3. Азизян И.А. Теория композиции как поэтика архитектуры / И.А. Азизян, И.А. Добрицына, Г.С. Лебедева. – М: Прогресс-Традиция, 2002. – 495 с.
4. Блинова Е.К. Восприятие ордерных композиций как построение моделей пространств // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – Вып. 72. – 2008. – С.92-103.

5. Опарин В.А. Эволюция тектонико-композиционных принципов в процессе стилеобразования в архитектуре XX века : дис. ... канд. архитектуры. – Екатеринбург, 2000.
6. Дадашева М.М. Художественный язык архитектуры конца XX- начала XXI века в категориях объемно-пространственной композиции: дис. ... канд. архитектуры. – М.: МАРХИ, 2016.
7. Schumacher Patrik. Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design Patrik Schumacher, London 2008 Published in: AD Architectural Design - Digital Cities, Vol 79, No 4, July/August 2009, guest editor: Neil Leach, general editor: Helen Castle.
8. Радзюкевич А.В., Козлов Г.В. Виртуальное моделирование физических процессов как новый инструментарий архитектурного формообразования // Architecture and Modern Information Technologies. – 2012. – №4(21) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marhi.ru/AMIT/2012/4kvart12/radzjukevich/abstract.php>
9. Данилова Н.Н. Психофизиология: учебник для вузов / Н. Н. Данилова. – М.: Аспект Пресс, 2012. – 368 с.
10. Гропиус В. Границы архитектуры. – М., 1971.
11. Виппер Б.Р. Введение в историческое изучение искусства. – М.: Изобразительное искусство, 1985.
12. Mahmoud Abduo, Matthias Galster, Myo Gesture Control Armband for Medical Applications. University of Canterbury, 16 October, 2015.
13. Titolo Tesi. Advanced Interfaces for HMI in Hand Gesture Recognition. University of Bologna, Ciclo XXVIII, 2016.
14. Азгальдов Г.Г. Численная мера и проблема красоты в архитектуре. – М.: Стройиздат, 1978, 92 с.
15. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. – М., 1974.
16. Арнхейм Р. Визуальное мышление // Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления. – М., 1981.
17. O'Connor, Joseph & Ian McDermott (1996). Principles of NLP. – London, UK: Thorsons. ISBN 0-7225-3195-8.
18. Kant, Immanuel Immanuel Kant. Sochineniya na nemetskom i russkom yazykakh. V 4 tomakh. Tom 2. Kritika chistogo razuma. Chast' 1 / Immanuel Kant. – L.: Nauka, 2006.
19. Palmquist. Stephen. Kant's system of perspectives: an architectonic interpretation of the critical philosophy / Stephen R. Palmquist. ISBN 0-8191-8927-8.
20. Manchester Paula Kant's conception of architectonic in its historical context / Journal of the History of Philosophy Volume 41, Number 2, April 2003 pp. 187-207.
10.1353/hph.2003.0016 ISSN: 0022-5053 eISSN: 1538-4586
21. Gottlob Frege. Foundations of arithmetic. A logico-mathematical enquiry into the concept of number. Harper Torchbooks / The Science Library HARPER & BROTHERS, New York, 1960
22. Boole George. The mathematical analysis of logic. Being an essay towards a calculus of deductive reasoning. Philosophical library. – New York, 1948.

References

1. Botticher K. Die Tektonik der Hellenen. Bd. I. Potsdam, 1844.
2. Nekrasov A.I. *Teoriya arkhitektury* [Theory of Architecture]. Moscow, 1994, 480 p.
3. Azizyan I.A. Dobritsyna I.A, Lebedeva G.S. *Teoriya kompozitsii kak poetika arkhitektury* [Theory of composition as a poetics of architecture]. Moscow, 2002, 495 p.
4. Blinova E.K. *Vospriyatie ordernykh kompozitsiy kak postroenie modeley prostranstv* [Perception of order compositions as building models of spaces. Journal of Izvestiya of the Russian State Pedagogical University. A.I. Herzen]. Issue 72, 2008, pp. 92-103.
5. Oparin V.A. *Evolutsiya tektoniko-kompozitsionnykh printsipov v protsesse stileobrazovaniya v arkhitekture XX veka* [Evolution of tectonics-compositional principles in the process of style formation in the architecture of the twentieth century (Cand. Dis)]. Ekaterinburg, 2000.
6. Dadasheva M.M. *Khudozhestvennyy yazyk arkhitektury kontsa XX- nachala XXI veka v kategoriakh ob"emno-prostranstvennoy kompozitsii* [Artistic language of architecture of the end of XX - beginning of the XXI century in terms of volume-spatial composition (Cand. Dis)]. Moscow, 2016.
7. Schumacher Patrik. *Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design* Patrik Schumacher, London 2008 Published in: AD Architectural Design - Digital Cities, Vol 79, No 4, July/August 2009, guest editor: Neil Leach, general editor: Helen Castle.
8. Radzyukevich A.V., Kozlov G.V. Virtual Modeling Physical Processes as New Architectural Forming Tools. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2012, no. 4(21). Available at: <http://www.marhi.ru/eng/AMIT/2012/4kvart12/radzyukevich/abstract.php>
9. Danilova N.N. *Psikhofiziologiya: Uchebnik dlya vuzov* [Psychophysiology: A Textbook for Universities]. Moscow, 2012, 368 p.
10. Gropius V. *Granitsy arkhitektury* [Borders of architecture]. Moscow, 1971.
11. Vipper B.R. *Vvedenie v istoricheskoe izuchenie iskusstva* [Introduction to the historical study of art]. Moscow, 1985.
12. Mahmoud Abduo, Matthias Galster, Myo Gesture Control Armband for Medical Applications. University of Canterbury, 16 October, 2015.
13. Titolo Tesi, *Advanced Interfaces for HMI in Hand Gesture Recognition*. University of Bologna, Ciclo XXVIII, 2016.
14. Azgal'dov G.G. *Chislennaya mera i problema krasoty v arkhitekture* [The numerical measure and the problem of beauty in architecture]. Moscow, 1978, 92 p.
15. Amkheym R. *Iskusstvo i vizual'noe vospriyatie*. Moscow, 1974.
16. Amkheym R. *Vizual'noe myshlenie. Khrestomatiya po obshchey psikhologii. Psikhologiya myshleniya*. Moscow, 1981.
17. O'Connor, Joseph & Ian McDermott (1996). *Principles of NLP*. London, UK: Thorsons. ISBN 0-7225-3195-8.

18. Kant, Immanuel Immanuel Kant. Sochineniya na nemetskom i russkom yazykakh. V 4 tomakh. Tom 2. Kritika chistogo razuma. Chast' 1. Leningrad, Nauka, 2006.
19. Palmquist. Stephen. Kant's system of perspectives: an architectonic interpretation of the critical philosophy. ISBN 0-8191-8927-8.
20. Manchester Paula Kant's conception of architectonic in its historical context / Journal of the History of Philosophy Volume 41, Number 2, April 2003, pp. 187-207.
10.1353/hph.2003.0016 ISSN: 0022-5053 eISSN: 1538-4586
21. Gottlob Frege. Foundations of arithmetic. A logico-mathematical enquiry into the concept of number. Harper Torchbooks. The Science Library HARPER & BROTHERS, New York, 1960.
22. Boole George. The mathematical analysis of logic. Being an essay towards a calculus of deductive reasoning. Philosophical library. New York, 1948.

ОБ АВТОРЕ

Козлов Григорий Валерьевич

Аспирант, кафедра «Кафедра компьютерных технологий и общетехнических дисциплин (кафедра КТиОТД)», Новосибирский государственного университета архитектуры, дизайна и искусств, НГУАДИ (государственный университет), Новосибирск, Россия
e-mail: archifutura@ya.ru

ABOUT THE AUTHOR

Kozlov Grigory Valerevich

Postgraduate Student, Chair «Computer Technologies and General Technical Disciplines», Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts», NSUADA (State University), Novosibirsk, Russia
e-mail: archifutura@ya.ru