

СРЕДА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ARCHICAD КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА РАЗЛИЧНЫХ ПРИНЦИПОВ И СИСТЕМ ПРОПОРЦИОНИРОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ

Е.И. Мусиенко, кандидат физико-математических наук, доцент
Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова

Аннотация. Целью статьи является рассмотрение возможностей мощного программного комплекса *ArchiCad* для развития теории пропорционирования в архитектуре с помощью линейной, плоскостной и трехмерной визуализации графических структур и систем пропорционирования. Рассмотрены варианты применения соответствующих рабочих инструментов графоанализа, через которые возможен переход к применению систем пропорционирования не только в исследовательских целях, но и в практике архитектора.

Ключевые слова: Архикад, пропорционирование, графоанализ, модуль, золотое сечение.

Проблемы пропорционирования в архитектуре, дизайне, изобразительном искусстве давно тревожат исследователей, в основном, теоретиков, которые пытаются отыскать ключи к постижению красоты шедевров архитектуры и искусства различных эпох. Проводится гармонический анализ самых разных построек, статуй, фресок, картин.

Существует отдельное направление на стыке философии, истории, математики и архитектуры, которое посвящено пониманию того, какие графические структурные идеи закладывали в свои проекты и постройки мастера прошлого. Исследования основываются на изучении теоретического и культурного наследия предыдущих эпох в виде письменных источников, археологических артефактов, связанных со строительством, землемерием, развитием техники, но, главное, на обмерах архитектурных памятников (часто руин или многократно перестроенных сооружений) с некоторой условной точностью, далее на их основе создаются чертежи (рисунки, гравюры) где габариты и пропорции могут быть серьезно искажены. На этих чертежах тоже достаточно вольно и условно определяются так называемые «узловые точки», по которым исследователи выстраивают свои геометрические структуры, содержащие гипотезы о выявленных в результате графоанализа закономерностях и логике построения исследуемых объектов.

Поскольку графоанализ строится на поиске системности именно в пропорциях, где соотносятся фактические величины, еще раз подчеркнем значение точности обмеров и построений на их основе в итоговой оценке графоанализа. Важно понимать, что любая неточность в измерении длин приводит к еще большей неточности в измерении их отношений. Например, вы измеряете две дли-

ны в 1 метр (100 сантиметров) с погрешностью в 1%, таким образом, каждый из размеров может находиться в промежутке между 99 и 101 сантиметрами, а отношение этих длин при крайних значениях может получиться $99/101 = 0.98...$ И это уже погрешность в 2%.

Из-за неточностей, приблизительности, часто желания теоретиков подогнать желаемое под действительное, в итоге, категорично утверждать, что зодчие и скульпторы сознательно вкладывали в свои творения некие конкретные принципы достижения гармонии, невозможно. Об этом, в частности, пишет А.В. Радзюкевич в своей статье «Критический анализ исследования Адольфа Цейзинга, основоположника гипотезы «золотого сечения» [1].

Сегодня, когда есть возможность с помощью высокоточной техники сканировать здания и произведения искусства, можно внутри трехмерного графического редактора изучать полученные трехмерные модели с высокой точностью, по разному разлагая на составляющие, изучать пропорции отдельных частей и целого, что может дать новый толчок к поиску секретов пропорционирования в прошлом и получить более убедительные результаты. Но очень важно, чтобы эти исследования носили не только историко-теоретический характер, но и могли иметь практическое значение и для настоящего, нашли применение в работе современных архитекторов.

Как пишет в своей статье С.В. Семка: «Интерес к профессиональным исследованиям в области пропорционирования в архитектурном формообразовании постоянно растет, интернет изобилует подобной информацией. Однако причинами неиспользования пропорций в прикладном

проектировании, по мнению автора, являются: отсутствие полноценной связи между их теорией и практикой (отсутствие самого механизма перехода к реализации основных положений теории пропорционирования в прикладном проектировании); неопределенность сферы применения возможных результатов исследований; отсутствие классификации пропорций и пропорциональных систем; отсутствие действенной методики и механизма применения пропорционирования в аналитических процессах и в практике проектирования» [2]. С этим трудно не согласиться.

Конечно, постоянно возникали попытки от теоретизирования перейти к практике, например, академик Жолтовский, проводя анализ пропорций акрополя и Парфенона и продолжая исследования Цейзинга, гармонию этого памятника определил через использование пропорций «золотого сечения» и еще одной пропорциональной величины, введенной им в арсенал графоаналитиков и проектировщиков и названной «функцией золотого сечения». Свои постройки сам Жолтовский создавал с учетом открытых им правил гармонизации, об этом сообщал коллегам, но как именно встроена его теория в практику, можно снова же только догадываться, т.к. в своих чертежах стройного модуля (логически, графически и математически выраженного правила) гармонизации проектов он не оставил [3].

В свою очередь, Ле Корбюзье свои теоретические изыскания проводил именно для практического применения и пытался сделать общекультурным достоянием. Одной из самых методичных и убедительных попыток внедрения пропорционирования в дизайн и архитектуру стала его система Модульор, которой он сам успешно пользовался, применяя с определенными оговорками при строительстве своих шедевров.

Также, как по модулю Витрувия (достаточно длинным, но конкретным правилам, где пропорционирование — неотъемлемая часть) можно строить ордены системы, так у Ле Корбюзье появляется вполне конкретная специально спроектированная для практического применения, сознательно связанная с человеческим масштабом через выбор базового размера равным росту человека с поднятой рукой, шкала из двух наборов длин-модулей: красного и голубого. Внутри каждого набора модули соотносятся по золотому сечению (округленно). Друг с другом эти наборы также достаточно остроумно связаны, так, что конкретная величина из одного ряда соотносится с другой из этого же ряда по «золотому сечению» и при этом является половиной величины модуля

другого ряда. В целом, получается вполне гибкий набор размеров как для проектирования внутренних пространств, так и для проектирования зданий. К набору модулей автором «прилагаются» некоторые правила их использования. Но главным наглядным правилом становится само плакатное и выразительное изображение Модульора и некоторые эскерсисы-примеры его использования в виде графических сочетаний различных модулей в прямоугольные модернистские-абстрактные узоры [4].

Также примеры практического применения новой модульной системы демонстрировали друзья и коллеги мастера, апологеты Модульора, как в изобразительном искусстве, дизайне, так и в архитектуре. Наконец, творчество самого Ле Корбюзье можно назвать манифестом Модульору, во многом, оно — способ через пропорционирование сублимировать философию времени и модернизма, ведь декларировав отказ от декоративных элементов классики, нужно было выражать каким-то образом гармонию, изящество и красоту. Ле Корбюзье попробовал сделать это через пропорционирование: линейные размеры, членения конструкций и частей здания, разбивка на разноцветные или разнофактурные прямоугольники и даже соотношение объемов здания производились по Модульору. И да, Модульор вкупе с гением Корбюзье и его своеобразной гуманистически-утопической философией дали миру общепризнанные шедевры архитектуры, ставшие классикой модернизма. Эстетически Модульор оправдал себя, но сложная совместимость его с метрической системой мер, с требованиями стандартизации и унификации индустриального строительства, с различием стандартов проектирования и строительства в разных странах, не позволили этой системе пропорционирования занять достойное место в международной практике архитектурного проектирования.

С тех пор прошло больше, чем полвека. Изменились как возможности строительного комплекса, так и возможности проектировщиков, инженеров и архитекторов. Использование компьютера в проектировании, современных программ, технологий BIM, в частности, программного комплекса **ArchiCad**, вполне могли бы позволить применять систему пропорционирования наподобие Модульора в проектной и строительной практике.

Разговор о Модульоре может оставаться для архитектора-практика лишь общепознавательным и абстрактным до того момента, пока система Модульора не воспринимается им как вполне доступный творческий инструмент. И он может стать таким инструментом, если воспроизвести его в **ArchiCad** так, чтобы каждый из отрезков-модулей

мог быть легко скопирован и использован как мерный отрезок, либо часть некоей структуры. Также можно сделать сетки на основе каждого из рядов Модулора и совмещенную сетку. Корбюзье предлагает сетку из точек, являющихся пересечением красного и синего рядов, с такой сетки удобно было брать и переносить на чертеж размеры циркулем-измерителем. Внутри компьютерной программы этот момент реализуется гораздо проще. Также можно создать массу готовых прямоугольников с размерами из Модулора и просто играючи творчески оперировать ими, складывая в виртуальной среде как кубики детского конструктора.

Мало того, можно попробовать усовершенствовать и сам Модулор. В частности, на практике проверить утверждение Э. Нойферта из его популярного справочника «Строительное проектирование» о том, что: «Если бы Ле Корбюзье более тщательно отнесся к разработке своей теории пропорций на основе золотого сечения, то он неизбежно пришел бы к числовому ряду, являющемуся синтезом десятичной и восьмеричной модульных систем, с числовым рядом на основе модуля, равного $1/8$ м (125 мм), члены которого связаны отношениями золотого сечения» [5]. В ArchiCad вполне можно смоделировать и такой измененный Модулор по Нойферту, взяв базовый размер (человека с поднятой рукой) 2250 мм, а не 2260, как у Корбюзье, проверить его практически и, имея рядом с оригинальным, сравнить. Возможно, для нас, привыкших к метрической системе, он оказался бы гораздо более удобным.

И все это возможно быстро и эффективно сделать именно работая в какой-нибудь из программ для архитектурного проектирования, такой, как ArchiCad (наряду с другими подобными программами, например, AutoCad Revit). Все значимые исследователи и создатели графоаналитических теорий жили, как и Ле Корбюзье, в прошлом веке или еще раньше. В своей практике они использовали рисунки, эскизы, чертежи, создаваемые при помощи карандаша, линейки, циркулей и измерителей. Даже кульман с набором угольников, миллиметровкой и калькой — относительно современное рабочее место архитектора. Компьютерные возможности сегодняшних графических редакторов несоизмеримо больше, что делает их принципиально отличными системами как для творчества, так и для исследовательской работы.

Конечно, сам по себе ArchiCad не порождает никакую новую суть без пользователя, но дает возможность исследователю и творцу свободно экспериментировать в виртуальной среде с умо- зрительными категориями, сравнивать трудно

соизмеримое, запоминать и сохранять в неограниченном количестве различные варианты экспериментов, пересмотреть и сопоставить массу результатов и заметить новые связи, возможно, обнаружив неочевидные при ином подходе закономерности и гармонические сочетания. Нет смысла перечислять все возможности ArchiCad, отметим лишь то, что особенно важно для графоанализа и практического пропорционирования.

1. Очень высокая точность построенных при работе внутрипрограммного расчетного модуля. ArchiCad является средой, где возможна работа с очень высокой точностью не только с целыми и дробными, но и с иррациональными числами. Это очень важно, т.к. многие системы пропорционирования строятся именно на использовании иррациональных значений. Чаще всего при создании метрических гармонических модульных систем используется число Φ (золотое сечение), корни из 2, 3, 5, 7. Там, где присутствуют соотношения площадей по «золотому сечению», появляется корень квадратный из Φ , а в системах, которые строятся на соотношении объемов по «золотому сечению», корень кубический из Φ [6].

Если в анализе привнесенных в ArchiCad через лазерное сканирование или построенных по обмерам, моделей, точность зависит от точности обмеров и погрешности оборудования, то точность непосредственно построенных в программе модульных сеток и проектирования по ним можно смело считать реализуемой до 8 знака после запятой и выше.

Таким образом, оспорить практически идеальное с точки зрения чисел пропорционирование, например, при вычерчивании какого либо архитектурного объекта по линиям построенной в ArchiCad пропорциональной сетки, будет невозможно. Неудовлетворительный результат будет продиктован либо неправильностью самой идеи, либо неправильным выбором правила гармонизации и его неумелым применением. Правда, проставить размеры в проекте в ArchiCad можно лишь с точностью в одну десятую миллиметра, что для строительства даже излишне, также как излишне и для пространственного зрительного восприятия с расстояния человеческого роста и более.

2. Возможность производить очень точные динамические построения. Это стало возможным из-за существования привязок через узловые и срединные точки отрезков и примитивов, идеальное сопряжение «линия — в линию», «точка — в точку». Программа дает возможность точно строить не только по специально организованным сеткам, но и складывать с идеальной точностью

модульные примитивы как детский конструктор, что может серьезно ускорить процесс гармонического моделирования.

3. Возможность многократно копировать и масштабировать без потери качества любой чертеж и его части, соотносить копии отдельных частей и целого как с мерными сетками, так и с любыми выстроенными или импортированными инструментами графоанализа.

4. Возможность работать с системой слоев. На различные слои можно помещать в соответствие с логикой задачи нужные инструменты графоанализа, иметь любое сочетание видимых и невидимых, доступных и недоступных для редактирования слоев.

5. Точное объемное моделирование с визуализацией. Возможность работать не только с линейными и плоскостными, но и с объемными построениями и примитивами. Возможность моделировать по модульным сеткам и инструментам трехмерные объекты с высокой точностью и подробностью и визуализировать их. Возможность создать своеобразные объемные модульные сетки из трехмерных примитивов, созданных по заданной логике и использовать их для пропорционирования.

6. Возможность настраивать и формировать индивидуальные среды проекта. Например, создать файл, где все предварительные настройки, сетки, шаблоны, меры, имитируют арсенал древнерусского зодчего. Ограничить набор инструментов и приемов моделирования имманентно задаче. Создать библиотеку элементов деревянного зодчества. Таким образом, можно провести не только реконструкцию работы наших предков, но и спроектировать здание, например, туристического комплекса в историческом стиле.

7. Возможность использовать GDL-язык программирования для решения нестандартных задач и проведения различных гармонических и визуальных экспериментов. В частности, можно запрограммировать построение различных логически связанных примитивов, например, метроритмических рядов на основе золотого сечения.

8. Высокая скорость проведения графических экспериментов. Эксперименты по графоанализу и практическое проектирование, при условии владения программой ArchiCad и высоких компетенций в пропорционировании, можно производить быстро и с минимальными трудозатратами.

Итак, сделаем вывод: на сегодняшний день вполне возможно превратить наработки теоретиков и аналитиков пропорционирования в рабочий инструмент архитектора-практика. Для этого

нужно виртуально смоделировать в компьютерной среде на основе известных графоаналитических систем различные инструменты: модульные линейки, сетки, графы, линейные, плоскостные и объемные конструкторы, различные наборы метроритмических последовательностей, геометрических узоров и построений на основе идеальных геометрических фигур и орнаментов, хранить их в качестве шаблона, творческого инструмента.

Далее на основе удачных практических визуальных экспериментов, логических и математических закономерностей, возможно создавать новые синтетические сочетания не только графоаналитических, но и, создадим неологизм, «графопрактических» систем и структур. Они могут быть классифицируемы по разным категориям: по исторической эпохе, архитектурному стилю, по имени исследователя (автора), по математической и геометрической сути. Главное, понимать их внутреннюю логику и творческий потенциал, выбирая, что именно использовать, адекватно творческой задаче.

Анализ и синтез существующих графоаналитических идей можно реализовать с помощью ArchiCad. Одним из примеров того, что имеется в виду, можно назвать два инструмента многовариантного анализа гармонии произведений пространственных видов искусств, созданные Сазоновым В.И., сетки «Поли-Золото» (на основе «золотой пропорции») и «Уни-Вавилон» (на основе круго-квадратов и, соответственно, квадратного корня из 2) [7].

Их, наряду с другими инструментами графоанализа, можно воссоздать или экспортировать в ArchiCad в совместимом для векторных редакторов формате и разнообразно использовать, особенно тем, кто уже имеет опыт работы с ними. «Поли-Золото» и «Уни-Вавилон» могут находиться на отдельных слоях и просматриваться совместно с любыми частями проекта, планами, разрезами, фасадами, помогая понять, насколько гармоничной получается постройка.

Их также можно развивать и дополнять. Например, создав на их основе трехмерный вариант, скорее всего, упростив или разделив на логические составляющие, т.к. плоскостная структура сеток в графическом и смысловом аспекте очень насыщена. Надеемся, что возможности ArchiCad вдохновят новых исследователей и практиков, и что красота, реализованная, в частности, и через пропорционирование, спасет мир.

Библиографический список

1. Радзюкевич А.В. Критический анализ исследования Адольфа Цейзинга, основоположника гипотезы «золотого сечения» // Архитектура и современные информационные технологии. 2014, 4(29). [Электронный ресурс]. URL: <https://marhi.ru/AMIT/2014/4kvart14/radzukevich/radzukevich.pdf>
2. Сёмка С.В. Золотое сечение, величины e и π в архитектурной композиции // Архитектура и современные информационные технологии. 2019, 1(46). [Электронный ресурс]. URL: https://marhi.ru/AMIT/2019/1kvart19/PDF/18_semka.pdf
3. Брунов Н.И. О пропорциях в архитектуре Древней Греции // Проблемы архитектуры : Сборник материалов : Том I, книга 1 / Под редакцией А. Я. Александрова; Всесоюзная Академия архитектуры. — Москва : Издательство Всесоюзной Академии архитектуры, 1936. — XVI, 403 с.
4. Ле Корбюзье. Модульор: Mod-1. Mod-2.- М.: Стройиздат, 1976.- 239 с..
5. Нойферт Э. Строительное проектирование. - М.: Стройиздат, 1991 г. – 392 с.
6. Гримм Г. Д. Пропорциональность в архитектуре, -М.: ОНТИ. 1935 г. – 149 с.
7. Сазонов В. И. Методика компьютерного графоанализа пропорций произведений архитектуры и живописи // Архитектура и современные информационные технологии. 2015,. 2(31). [Электронный ресурс]. – URL: <https://marhi.ru/AMIT/2015/2kvart15/sazonov/sazonov.pdf>

ARCHICAD SOFTWARE ENVIRONMENT AS A TOOL FOR ANALYSIS AND SYNTHESIS OF VARIOUS PRINCIPLES AND PROPORTIONING SYSTEMS IN ARCHITECTURE.

Musienko E.I., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts

Abstract. *The aim of the article is the consideration of possibilities of the powerful program complex ArchiCad for development of the theory of proportions in architecture by means of linear, planar and three-dimensional visualization of graphic structures and systems of proportions. The options of using appropriate working tools of graphoanalysis are considered, through which the transition to the application of proportioning systems not only for research purposes, but also in the practice of the architect is possible.*

Keywords: *ArchiCad, proportioning, graphoanalysis, modular, golden ratio.*