

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ В АРХИТЕКТУРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

УДК: 004

ББК: 32.973

Идентификационный номер Информрегистра: 0421200020\0034

**Соловьев Леонид Викторович**



архитектор, доцент кафедры КЗиС,  
ФГБОУ ВПО “Уральская государственная архитектурно-художественная академия”  
г. Екатеринбург, Россия, e-mail: solovyov\_lv@mail.ru

### **Аннотация**

*Статья содержит необходимые сведения о современном понимании особенностей искусственного интеллекта, в области строительного проектирования и проектирования архитектурных объектов. Дается краткий обзор исторического хода развития информационных технологий и определяется классификация методов и принципов решения архитектурных задач с применением компьютерной техники. Где роль современного образования, при глобальных изменениях в усвоении информационно-стратегического потенциала общества, носит многократно возрастающий характер.*

### **Ключевые слова**

*архитектурное образование, информационные технологии, искусственный интеллект, архитектурное проектирование*

В ближайшем будущем мощь любого государства будет определяться не столько уровнем развития промышленности, новизной и эффективностью ее технической базы, сколько уровнем информационного обеспечения общества, стратегический потенциал которого составляет не вещество и энергия, а информация и научные знания. Реально защищенным в социальном плане будет только широко образованный человек, способный гибко перестраивать направление и содержание своей деятельности в связи со сменой технологий или требований рынка. Владение информационными технологиями ставится сегодня в один ряд с такими качествами человека, как умение читать и писать.

Однако процесс перехода к информационному обществу породил целый ряд новых проблем, которые связаны, во-первых, с наличием огромных и часто не всегда упорядоченных объемов информации, не позволяющих человеку эффективно ориентироваться в растущих информационных потоках, и, во-вторых, с производством, накоплением, передачей и потреблением информационных сведений и знаний.

В этих условиях многократно возрастает роль образования, которое является ключом к решению коммуникационных проблем современного мира. Современное образование, и, в частности, образование в творческих школах, техникумах, колледжах и вузах должно вести к поиску новых эффективных методов и средств обучения, а также выполнять три главные задачи [1]:

1. Вырабатывать у учащихся и студентов способность превращать полученные сведения в знания.
2. Создавать основу для умения отделять важное знание от второстепенного.
3. Пробуждать в учениках любознательность и интерес к новому, а также способствовать получению положительных эмоций от процесса обучения.

Из вышесказанного напрашивается вывод о том, что необходима глубокая интеграция

---

информационных технологий с другими знаниями в рамках искусственного интеллекта, современное состояние по исследованию которого характеризуется нарастанием интереса к этой проблеме представителей различных специальностей, в том числе и архитекторов.

В настоящее время, формализация языков разных профессий в едином ключе информационных технологий сделала возможным привлечения к архитектурному творчеству научные достижения из других областей знания, что повлекло изменение стиля композиционного мышления самих проектировщиков и методов конструирования объектов. Изменились ориентиры профессионального восприятия мира и система оценок его явлений.

Возникло новое направление архитектурного творчества – **«Нелинейная архитектура»**. Идея «нелинейности мира» оказалась созвучной интуитивной идее работы с новой свободной формой, которой грезил архитекторы, еще начиная с середины XX века.

С применением компьютеров осмысление истоков и алгоритмов бытия, служащих генетической программой или сценарием возникновения и роста архитектурного организма, стали предметом особых архитектурных изысканий, представляющих новое авторское кредо. В самом общем понимании компьютерная система – это система искусственного интеллекта (ИИ), способствующая эффективно получать результаты, которые традиционно рождаются в проблемном процессе интеллектуальной творческой деятельности человека.

Такая деятельность связана с выполнением сложных задач, которые нельзя решить с помощью логически точных алгоритмических методов. Наука о теориях построения систем искусственного интеллекта – это комплекс знаний, включающий достижения разных разделов: лингвистики, семиотики, психологии, кибернетики и т.п. Важной особенностью современного подхода к искусственному интеллекту является то, что создаваемые системы не обязательно должны имитировать интеллектуальные действия человека. Необходимо, чтобы конечный результат работы системы ИИ был аналогичен результату решения этой же задачи человеком [2].

Идеальная система искусственного интеллекта имеет следующие особенности [3]:

1. Наличие внутренней модели внешнего мира. Такая модель обеспечивает индивидуальность, относительную самостоятельность системы в оценке ситуации.
2. Способность к пополнению имеющихся знаний.
3. Способность к дедуктивному выводу, т.е. к генерации информации, которая в явном виде не содержится в системе.
4. Умение оперировать ситуациями, связанными с разными аспектами нечеткости, включая «понимание» естественного языка.
5. Способность к диалоговому взаимодействию с человеком.
6. Умение адаптироваться к условиям окружающей среды.

Реальная система ИИ должна обязательно иметь внутреннюю модель внешнего мира и удовлетворять хотя бы одной из особенностей, перечисленных в пунктах 2-6.

Перечень задач, решаемых в рамках ИИ, достаточно велик и связан с этапами эволюционного развития науки по искусственному интеллекту, которые условно можно разделить на временные периоды. Результаты исследования по этим периодам позволили специалистам и ученым получить следующее:

Период 1950-1963 гг. – связан с помощью первых ЭВМ решением игровых задач и головоломок:

1. Любую интеллектуальную задачу можно свести к проблеме поиска в пространстве состояний, если только процедуру такого поиска можно формализовать в виде перехода от некоторого начального состояния к конечному через конечное число операций.
2. Поиск операций в пространстве состояний должен направляться знаниями о конкретной предметной области (игра в шахматы, игра в «кубик Рубика», игра в карты и т.п.).

Период 1964-1975 гг. – связан с попытками формализации процессов восприятия человеком естественного языка и созданием компьютерных программ, понимающих речь (текст). Понимание моделировалось путем создания различных диалоговых систем, т.е. программ, которые позволяли бы вести диалог человека с компьютером и имели:

1. Способность представлять знания об окружающем мире в виде фактов, правил и процедур.
2. Умение формировать суждения с опорой на такие представления.
3. Способность находить эквивалентность или аналогию между разными представлениями в одинаковых ситуациях.
4. Способность интерпретировать новую информацию в уже имеющихся понятиях формализованного знания.

Период 1976-1980 гг. – связан с созданием экспертных систем и модулей знаний, позволяющих классифицировать тексты и изображения, индексировать тексты и извлекать из них информацию.

Период 1980 гг. по настоящее время – связан с появлением быстродействующих компьютеров с практически неограниченной памятью, с активным внедрением во все сферы жизни глобальной сети интернет. Футурологи возлагают большие надежды на компьютеры нового типа, которые позволяют решать целый ряд социально значимых задач: электронный бизнес, медицина и образование, создание интеллектуально-механических роботов, компьютерных систем распознавания зрительных образов, биофизическое исследование деятельности мозга человека и т.д.

Развитие кибернетики, электроники и информатики обогатило арсенал проектных средств инструментом, не имеющим аналога во всей истории развития архитектурного проектирования – компьютером. Это вызвало необходимость проведения исследования роли и места компьютерных технологий в творчестве зодчего, где комплексно описываются проблемные ситуации, связанные с методологией проектирования системных и традиционных подходов в архитектурной деятельности.

Комплексный анализ творческого процесса архитектурного проектирования и применяемой в нем компьютерной технологии позволил определить два способа применения компьютера в творческих действиях [4].

**Первый** основывается на применении компьютера для выполнения «компьютерных эскизов». Этому принципу следует большое количество компьютерных программ для эскизирования, которые возникли в последние годы XX века. Современные программы САД в принципе применимы для черчения, моделирования и визуализации. Они используются главным образом для презентации проекта, а не на ранних этапах его разработки. Архитекторы, которые используют программы САД [5] применяют их для модификации и трансформации геометрических форм и их визуализации. Эти программы не помогают им в проектных умозаключениях. Большинство проектировщиков развивают проектные решения с помощью бумаги и карандаша. Они эскизируют, так как карандаш и бумага более эластичны по сравнению с традиционными программами САД. Карандаш позволяет архитектору вести поиск быстро и свободно. Эскизируя, можно делать заметки непосредственно на рисунке, подчеркивать избранные формы, менять цвет, толщину линий, не теряя времени на печатание команд или поиск их в меню.

Однако, несмотря на то, что традиционные средства (бумага и карандаш) подтверждают свою полезность во многих проектных действиях, существует также ряд ограничений в их применении. Это является поводом для многих работ, направленных на поиск новых средств и методов для поддержки процесса поиска на ранних этапах проектирования. Средства эти должны основываться на принципе естественного и интерактивного генерирования решений и вопросов. Многие считают, что для реальной поддержки творческого проектирования компьютер должен эмулировать «бумажно-карандашные»

---

средства и обеспечивать возможность работы с «цифровым» карандашом.

Одной из первых компьютерных программ для выполнения рисунков является «Sketchpad» [6]. Эта программа позволяла рисовать геометрические формы, такие как точки, линии, окружности и дуги с помощью «светового карандаша». Эти рисунки выполнялись непосредственно на дисплее. При этом использовались специальные команды и набор клавиатурных знаков. Управление программой было сложным, и она не была одобрена архитекторами.

С возникновением специализированных жидкокристаллических дисплеев появилась возможность рисовать непосредственно на их поверхности. Этот инструмент стал популярным среди художников и используется ими для выполнения графических работ.

Кроме технического аспекта, следует заметить бурное развитие исследований в области компьютерных средств на ранних этапах архитектурного проектирования. Они допускают интуитивную работу в программах, которые можно разделить на четыре отдельные группы. Первая – это программы для традиционно понимаемого эскизирования, в котором бумага заменена дисплеем компьютера. Эти программы просто имитируют карандаш и бумагу [7,8]. Вторая группа – программы разрешающие манипуляцию определенным количеством примитивов, геометрических или архитектурных элементов [9]. Третья – программы, в которых традиционное эскизирование обогащено некоторыми компьютерными трансформациями [10,11]. Четвертая группа – это в некоторой степени интеллектуальные программы, которые значительно расширяют достоинства традиционных эскизов, или благодаря непосредственному (часто автоматизированному) переходу от эскиза к объему [12], или благодаря возможности непосредственного пространственного моделирования [13].

Однако сведение компьютера к карандашу не является перспективным, так как компьютерная среда для ранних "творческих" этапов проектирования должна не только создавать условия для эскизирования и редактирования эскизов, но и распознавать элементы эскизов и диаграмм, а также обеспечивать моделирование, критический анализ, учет проектных ограничений и редактирования баз данных.

**Второй способ** – это применение компьютера как посредника между архитектором и формой, так как одним из важнейших аспектов творческого поиска является способность человека к метафорическому мышлению. Компьютер может играть роль посредника в процессе создания пространственных метафор формы. Компьютер – это не просто инструмент, а посредник- «медиа», усиливающий творческий потенциал и берущий на себя роль партнера в творческом мышлении [14].

Проведенный анализ компьютерных методов «метафоризации» показал, что эти методы можно разделить на две группы. Первую составляют «словесные, вербальные» методы, работающие на языковом уровне. Лингвистические (семантические) методы поддержки процесса поиска идеи основываются в большинстве случаев на принципах мозговой атаки, в результате которой генерируются новые идеи. Они стимулируют направление проектных действий и творческий процесс путем использования мощи личных воображений пользователя для создания новой перспективы. Эти методы ведут пользователя через весь процесс мозговой атаки и предоставляют ему стимулятор идеи, который помогает расширить его воображение. К таким методам относятся программы, основанные на известных теориях творчества, таких как синектика У. Гордона или алгоритм решения изобретательских задач Г. Альтшуллера, а также программы, основанные на применении принципов дескриптивной грамматики (description grammar) и грамматики формы (skape grammar). Поскольку правила грамматики применяются к разрабатываемому проекту, то соответствующие дескриптивные правила применяются к разрабатываемому описанию. Некоторые ученые предлагают дескриптивную грамматику заменить грамматикой другого языка, и говорят о том, что возможен перевод в обоих направлениях

[15], то есть используется механизм преобразования, который обеспечивает возможность получения проекта из описания [16].

Вторая группа – графическо-математические методы. Результаты их работы характеризуются довольно высоким уровнем абстракции и включают разного рода ассоциации и разные средства выражения (рисунок, звук, цвет). Эту группу можно назвать «чисто метафорической», и она разделяется на методы, основанные на графических трансформациях и математическом программировании. Отдельную группу составляют методы, которые связаны с применением новых математических исследований в области грамматики форм, клеточных автоматов и генетических алгоритмов. К таким методам можно отнести программы, разработанные также на изобретательных принципах Г. Альтшуллера и на компьютерной обработке сканированных элементов. Для ввода исходной информации, которая станет основой для разработки эскиза формы, применяется плоскостной сканер. Сканируя разные предметы, например, малые куски цветной бумаги, листья, рассыпанные бусы, проектировщик получает разнообразные картины. Они возникают случайно, но не без вмешательства автора, который принимает решение о количестве и качестве примененных элементов.

В конце девяностых годов XX века были предприняты первые попытки применения метода «клеточных автоматов» (КА) в архитектурном проектировании, связанные с переводом информации от трехмерного клеточного автомата на трехмерные чертежи архитектурной формы. Для этого использовалась программа AutoCAD. В результате стало возможно управление моделированием формы. Были созданы пространственные модели возможных архитектурных объектов.

В Иллинойском технологическом институте над проблемой творческих задач, на начальных этапах архитектурного проектирования, работает Р. Кравчик, используя КА для вариантного генерирования идей, переводимых на архитектурные формы [17].

Метод работы с генетическими алгоритмами основан на выражении архитектурных концепций в виде генерирующих правил так, чтобы их эволюция и развитие могли бы быть ускорены и проверены при помощи компьютерных моделей. Концепции описываются на генетическом языке, который создает сценарий, код или инструкцию для формообразования. Компьютерное моделирование используется для моделирования развития прототипов форм, которые последовательно оцениваются с точки зрения их поведения в моделируемой окружающей среде.

В настоящее время генетические алгоритмы применяются для многокритериальной оптимизации [18], оптимизации планировочных решений [19], анализе экосистем, экономических систем, в исследованиях мозга и в астрономии. На интересный аспект работы с генетическими алгоритмами обращает внимание Р. Дару, который пишет: «Творчество архитектора заключается в установлении и выборе эволюционных законов из архитектурных форм, синтезированных машиной. Натуральная селекция – это метафора. В действительности проектировщик играет роль природы» [20]. К такому же выводу приходит Дж. Фрейзер, опровергающий основную парадигму формообразования, которая утверждает, что это человеческая деятельность, поддерживаемая такими средствами как эскизы, рисунки, модели и соответствующие инструменты оценки... «Архитектор не является исключительным владельцем способности к формообразованию. Возможной становится передача этой способности машине, с сохранением все-таки за человеком роли контролера, вполне владеющего направлением процесса воплощения» [21].

Рассмотренные современные работы по компьютерной поддержке все же относятся к отдельным аспектам проектирования. Нет основания говорить о наличии сегодня обобщающей целостной теории архитектурного проектирования, поддерживаемого компьютерной техникой. Вместе с тем, объем накопленного теоретического материала и современные работы по внедрению компьютерных технологий в проектную практику могут

---

служить базой для создания новой гибридной среды архитектурного проектирования.

Эффект сочетания человека и компьютера в создании приемлемой для человека и понимаемой техникой языковой платформы становится перспективной задачей будущего проектирования, где **мысль или идея, переходя с языка словесного или символьного на язык виртуальных геометрических образов, уточняется и варьируется компьютером по разработанным архитектором сценариям и возвращается к автору обратно, для оценки.**

### Библиография

1. Богданова Н.Ф. Роль системы образования в формировании интеллектуальных ресурсов общества / Н.Ф. Богданова // Информационные системы и технологии: мат. I Междунар. конф. – Минск, 2002. – С.21-26.
2. Соколов Е.Н. Искусственный интеллект: элементы и структура / Е.Н. Соколов // Интеллектуальные процессы и их моделирование. – М.: Наука, 1987. – С.11-119
3. Кузин Л.Т. Основы кибернетики. – В 2-х т. Т.2. / Л.Т. Кузин. – М.: Энергия, 1979. – С.415-418
4. Асанович А. Компьютерные средства и эволюция методологии архитектурного проектирования. Док. дис. М.2007 С.185.
5. Gehry F.O. & Associates; IDOM associate architect. Project Diary: Guggenheim Museum Bilbao, Bilbao, Spain - An architect's dream project in Spain's Basque Country brings worldwide attention // Architectural record. – 1997.– №10. – P. 74 - 87.
6. Szymiski A. Wprowadzenie do projektowania systemowego w architekturze i urbanistyce / A. Szymiski. – Warszawa: PWN, 1984. – 266 s.
7. Mynatt E.D., Igarashi T., Edwards W.K., LaMarca A. Flatland: New Dimensions in Office Whiteboards // CHI'99. - Pittsburgh PA USA, 1999. – P. 346-353.
8. Nadler G. An investigation of design methodology // Management Science. – 1967. – Vol. 13, №10. – P. B-642 – B-655.
9. Segers N. Computational Representations of Words and Associations in Architectural design. Development of a System Supporting Creative Design. – Eindhoven University of Technology, 2004. – 230 p.
10. Igarashi T., Matsuoka S., Tanaka H. Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design // ACM SIGGRAPH, 1999. – URL: <http://www-ui.is.u-tokyo.ac.jp/~takeo/papers/siggraph99.pdf>
11. Deering M.F. The HoloSketch VR Sketching System // Communications of the ACM. – 1996. -3 9, №5. – P. 54-61.
12. Briiderlin B. Using Prolog for constructing geometric objects defined by the constraints // B.F. Caviness (ed.) Proceedings of European Conference on Computer-Algebra. – Linz, 1985
13. Agraa O., Whitehead B. A Study of Movement in School Building // Building Science – 1968, vol.2. – P. 279 - 289.
14. Ajdukiewicz K. Sprawa planu prac badawczych w zakresie logiki // Studia Fair, Honest and Truthful: CAAD Conference. – Bialystok, 1994. – P. 7-18.
15. Stiny O., Mitchell W.J. The Palladian grammar //Congress71. – Amsterdam: North-Holland, 1972. – P. 1460-1465
16. Gero J.S., Maher M.L. Computational and Cognitive Models of Creative Design V, Key Centre of Design Computing and Cognition. – Sydney: University Sydney, 2001. – 266 p
17. Krawczyk R.J. Sculptural Interpretation of a Mathematical Form //Conference – Mathematical Connections in Art, Music, and Mathematic. – Warszawa, 2002. – P. 552 - 555
18. Deris S., Omatu S., Ohta H., Saad P. Incorporating constraint propagation in genetic algorithm for university timetable planning // Engineering Applications of Artificial Intelligence.

– 1999. – Vol. 12(3). – P. 241-253.

19. Gero J.S., Kazakov V.A. Learning and re-using information in space layout planning problems using genetic engineering // *Artificial Intelligence in Engineering*. – 1997. – Vol. 11(3). – P. 329-334.

20. Daru R., Snijder H.P.S. GCAAD or AVOCAAD? CAAD and Genetic Algorithms for an Evolutionary Design Paradigm // *Proceedings of Tst AVOCAAD Conference*. – Brussels, 1997. – P. 147-161.

21. Frazer J., Frazer J.M. The Evolutionary Model of Design // A. Asanowicz, A. Jakimowicz, (eds.), *Approaches to Computer Aided Architectural Composition*. Bialystok. – Technical University of Bialystok, 1996. – P. 103 - 117

Статья поступила в редакцию 19.03.2012

---

## ISSUES IN ARCHITECTURAL EDUCATION

### CONTEMPORARY CAD METHODS IN ARCHITECTURAL EDUCATION

**Solovyev Leonid V.**

Architect, Associate Professor, Chair of Structural Engineering,  
Ural State Academy of Architecture and Arts,  
Ekaterinburg, Russia, e-mail: solovyov\_lv@mail.ru

#### **Abstract**

*The article reviews contemporary use of artificial intelligence in civil engineering and architectural design. Architectural knowledge should be closely associated with the development of CAD skills, particularly at the initial stage of creative search and acceptance of the final variant.*

*The article provides a brief overview of the history of information technologies and a classification of methods and principles underlying CAD-based architectural problem solving.*

#### **Key words**

*architectural education, information technologies, artificial intelligence, architectural design*