

## **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ. УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС**

Ходяков В.А.

(Научный руководитель – Пастушков В.Г.)

### **Аннотация**

В статье упоминается популярное сегодня среди архитекторов направление *computational design* или вычислительное проектирование. Вычислительное проектирование активно исследуется на кафедре Мосты и тоннели. Кроме того ведётся работа по внедрению изучаемого направления в учебный процесс и производство.

*Computational design* (вычислительное проектирование) является одним из актуальнейших направлений современной архитектуры. В России и Украине существуют лишь частные примеры вычислительного проектирования, применяемого небольшими группами проектировщиков. В Западной Европе ведущие архитектурные школы уже строят весь процесс обучения на понятии *Computational design*.

*Computational design* активно осваивается архитекторами последний десяток лет [1]. Однако методы вычислительного проектирования практически некогда не применялись для проектирования несущих конструкций с точки зрения инженера.

Последние четыре года направление *Computational design* активно исследуется на кафедре Мосты и тоннели с конструкторской и архитектурно-конструкторской точек зрения. Вычислительное проектирование позволяет создавать архитектурные формы методом создания алгоритмов формообразования, а не создания непосредственно форм. Другими словами конечная форма генерируется алгоритмом, исходя из каких либо входных параметров.

Такой подход также интересен и инженерам. Так как позволяет решать сложные комплексные проектные и конструкторские задачи. Обычно для принятия окончательного решения в сложной проектной ситуации пользуются опытом проектирования или упрощёнными аналитическими моделями. Таким образом, крайне сложно комплексно оценить ситуацию и принять действительно единственное наиболее эффективное окончательное решение. Используя методы вычислительного проектирования можно создавать точные математические модели, описывающие проектные ситуации. Это касается архитектурного и конструкторского проектирования.

Ранее подобные модели можно было создавать только при помощи текстового программирования. Однако сегодня имеется возможность

визуального объектно-ориентированного программирования более удобного для людей, не владеющих традиционным программированием.

Изучая вопросы решения комплексных параметрических проектных задач, неизбежно приходится обращаться к алгоритмам оптимизации. Сегодня эти алгоритмы набирают всё большую популярность. Существует множество общеизвестных алгоритмов, однако одним из самых удобно управляемых и эффективных можно считать генетический алгоритм [2]. Другим более простым, но не менее эффективным алгоритмом является алгоритм отжига.

Применяя эти алгоритмы путём внедрения в параметрические модели, удаётся находить оптимальные решения самых сложных проектных задач. При этом благодаря параметрическому подходу вычислительного проектирования все процессы внутри алгоритма легко управляются и корректируются.

В процессе исследования методов вычислительного проектирования удалось создать оптимальные модели некоторых видов несущих конструкций. Основной целью было сохранение несущей способности конструкции при уменьшении материалозатрат на её производство.

Также методами визуального программирования удалось создать алгоритмы, которые позволяли располагать элементы привычных несущих конструкций более логично с точки зрения строительной механики. Здесь стоит подчеркнуть что, помимо улучшения несущей способности, удалось достичь уникальной архитектурной привлекательности. При этом оригинальное архитектурное решение не являлось самой целью, а проявлялось как побочный эффект логичного расположения элементов с инженерной точки зрения.

При этом оказалось, что окончательное проектное решение в рамках конкретной ситуации с конкретными параметрами полученное таким образом имеет единственный и не оспоримый характер. Естественно подкорректировать такое конечное решение возможно, однако сделать это можно лишь ценой снижения его эффективности.

При традиционно проектировании критика окончательного решения зачастую не имеет конструктивного характера. В архитектуре этот вопрос может быть сведён к вопросу «нравится, не нравится; красиво, не красиво». В инженерной практике это проявляется в виде, если позволите, «конструкторского чутья», которое является производной от опыта проектирования. При этом в обоих случаях, критике подвергается результат проектирования.

Подход Computational design же позволяет находить единственное решение сложной проектной ситуации именно в рамках данных параметров и при использовании конкретного алгоритма. При этом любое решение получается абсолютно обоснованным. Таким образом, критике

может подвергаться лишь алгоритм, который, как правило, создаётся с учётом нормативных документов, либо входные параметры, их количество и качество. В результате окончательное решение перестаёт подвергаться смешной критике «мне не нравится», «как-то тут странно», «а я считаю по другому» и др. Решение которое обычно принималось одним человеком в сложной проектной ситуации устным аналитическим путём теперь можно перенести в компьютер, систематизировать и рассмотреть более комплексно. Это минимизирует популярные ошибки такие как «забыл что-то учесть».

Не смотря на то, что использование данных методов не требует знания текстового программирования, знание логики программирования, а также наличие понятия о теории систем желательно. Но если данными знаниями работник или студент не обладает, они могут быть изучены в процессе работы.

На сегодняшний день уже можно говорить о внедрении в образовательный процесс методов вычислительного проектирования в рамках дисциплины автоматизированное проектирование.

Сегодня уже организованы нерегулярные факультативные занятия для студентов кафедры Мосты и тоннели, на которых изучается инструментарий и логика системного вычислительного проектирования. Также поднимаются вопросы практического применения алгоритмов оптимизации. Навыки, полученные на факультативных занятиях, студенты по своему желанию применяют в процессе выполнения курсового и дипломного проектирования.

Кроме того для наиболее успешных и близких к практическому применению проектных решений ищутся возможности создания натуральных моделей и их тестирования, для подтверждения правильности работы математической модели, созданной в процессе проектирования, на практике.

#### Литература

1. Барчугов Е.В. Параметризм как направление современной проектной деятельности. – 2013г. – <http://www.marhi.ru/AMIT/2013/4kvart13/barchugova/barchugova.pdf>
2. Лесовик, Р.В., Клюев С.В., Клюев А.В. Оптимальное проектирование строительных конструкций на основе генетического алгоритма // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений – 2010. – № 2. – С. 20–24.