

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ ПРОГРАММ В РАМКАХ КУРСОВОГО АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

К.И. Ковалева, А.В. Радзюкевич

*Новосибирская государственная архитектурно-художественная академия,
Новосибирск, Россия*

Аннотация

Статья посвящена проблеме внедрения расчетно-конструкторских программ в сферу учебного архитектурно-дизайнерского проектирования. Констатируется, что на сегодняшний день существует широкий спектр графических программных продуктов, позволяющих студентам архитектурно-дизайнерского профиля моделировать различные интересные формы. Вместе с тем отмечается, что графические программы не дают возможности проведения адекватной проверки конструктивного решения и, поэтому, учебное проектирование, зачастую, ограничивается только решением объемно-планировочных и художественно-образных задач.

Для решения данной проблемы в статье предлагается использовать широкие возможности расчетно – конструкторской программы SCAD Office. Детальное изучение программы показало, что она позволяет производить расчет конструкции с наглядным графическим отражением работы конструктивной схемы и указанием нагрузок, а также дает возможность оптимального подбора конструктивных элементов. Данный продукт бесконфликтно взаимодействует со многими другими программными продуктами и позволяет корректно работать с импортированными геометрическими моделями, что очень важно при использовании графических программных продуктов.

Приводятся примеры использования программы SCAD Office для проведения расчетов трех разных типов колонн — простой ж/б колонны, памятника архитектуры (объект Гауди) и сложной бионической колонны, выполненной в виде пространственной стержневой системы.

Делается вывод, что внедрение программы в процесс обучения студентов архитектурно - дизайнерских ВУЗов даст возможность значительно повысить уровень профессиональной подготовки, сократит временные затраты и позволит моделировать более интересные архитектурные решения. Констатируется, что современные расчетно-конструкторские программы следует рассматривать как важнейший инструмент проектирования, что может привести к значительному увеличению роли компьютерной подготовки в структуре учебных планов архитектурно-дизайнерских ВУЗов.

Ключевые слова: архитектурное образование, расчетно-конструкторские программы, оптимизационное конструирование, художественное конструирование

THE POSSIBILITY OF USING COMPUTATIONAL AND ENGINEERING PROGRAMS IN THE COURSE OF ARCHITECTURAL DESIGN

K. Kovaleva, A. Radzjukevich

Novosibirsk State Academy of Architecture and Fine Arts, Novosibirsk, Russia

Abstract

This article deals with the problem of automated engineering - construction programs use in architectural education. Today there is a wide range of automatic graphic software, allowing

architecture and design students to simulate various interesting shapes. It should be noted that graphics programs do not allow an accurate check of the design solutions, so instructional design, is limited only by the solution of space-planning, artistic and imaginative tasks.

To solve this problem, the authors of the article offer to use the opportunities of automated engineering - construction program SCAD office. A detailed study of the program showed that it allows to define the work of the design and the load acting on it, and also allows to choose optimal selection of components. The program interacts with many other software products and allows to work correctly with the imported geometrical models, which is very important when using graphics software. Examples of using the program SCAD office for the calculation of three different types of columns - an architectural monument (object Gaudi), simple armored concrete columns and intricate bionic columns made in the form of spatial rod system. It is concluded that the use of the program in the educational process of students of Architecture and design universities will significantly increase the level of training, will reduce the time and costs, will model more interesting architectural solutions. It is stated, that modern computational and engineering programs should be considered as an important design tool. Using the program could lead to a significant emerging the role of computer training in the curriculum of architectural and design universities.

Keywords: architectural education, design engineering programs, optimization design, aesthetic design

На сегодняшний день достижения в области компьютерных технологий активно внедряются в сферу архитектурного проектирования, оказывая при этом определенное влияние на содержание архитектурного образования. Использование, так называемых, расчетно – конструкторских программ, таких как - «Лира», «Мономах», COSMOS, ANSYS, NASTRAN и др., приводит к реальному повышению эффективности и качества архитектурно-строительного проектирования.

Проведенный нами обобщенный сравнительный анализ программных продуктов показал, что для учебного проектирования наиболее предпочтительным следует признать продукт SCAD Office (Structure CAD Office) который, если определять точно, является интегрированной системой прочностного анализа и проектирования конструкций. Эта программа активно применяется в учебном проектировании в технических вузах и среди практикующих инженеров строительного профиля [1,2,3]. Данный продукт бесконфликтно взаимодействует со многими другими программными продуктами, что позволяет корректно работать с импортированными геометрическими моделями, создаваемыми в программах, популярных среди проектировщиков и студентов.

Особо следует отметить, что некоторые новые программные продукты обладают настолько интуитивно дружественным интерфейсом, что архитекторы-профессионалы, в ряде случаев, не прибегая к помощи специалиста-конструктора, могут самостоятельно решать целый ряд расчетно-конструкторских задач. В связи с этим, мы предположили, что конструкторские программы, в определенных пределах, следует вводить в учебную программу подготовки студентов-архитекторов [4,5].

С целью последующего внедрения в учебный процесс программы SCAD Office нами была разработана методика автоматизированного конструкторского расчета такого базового архитектурного элемента, как колонна (несущая опора). Мы ограничились разработкой упражнений по конструированию трех типов колонн:

1 - Простая по форме железобетонная колонна;

2 - Колонна какого-либо интересного памятника архитектуры;

3 - Колонна сложной бионической формы, выполненная в виде пространственно-стержневой системы.

Предварительно следует отметить, что выбор именно таких типов колонн ориентирован на возможности программы SCAD Offis. Колонны, выполненные в геометрии сплошных 3D тел или оболочек, по всей видимости, целесообразнее рассчитывать с помощью использования других программных продуктов, например, SolidWorks/COSMOS или ANSYS.

Упражнение №1. Конструирование простой по форме железобетонной колонны

В данном примере мы рассматриваем типовую конструкцию в виде железобетонной колонны, имеющей следующие геометрические параметры: высота 2700 мм, Дниж.= 500 мм, Дверх.= 600 мм (Рис. 1), и плитой перекрытия, толщина которой составляет 400 мм (принята из условий расчета конструкций согласно свода правил: СП 52-101-2003 («Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного наполнения арматуры»)).

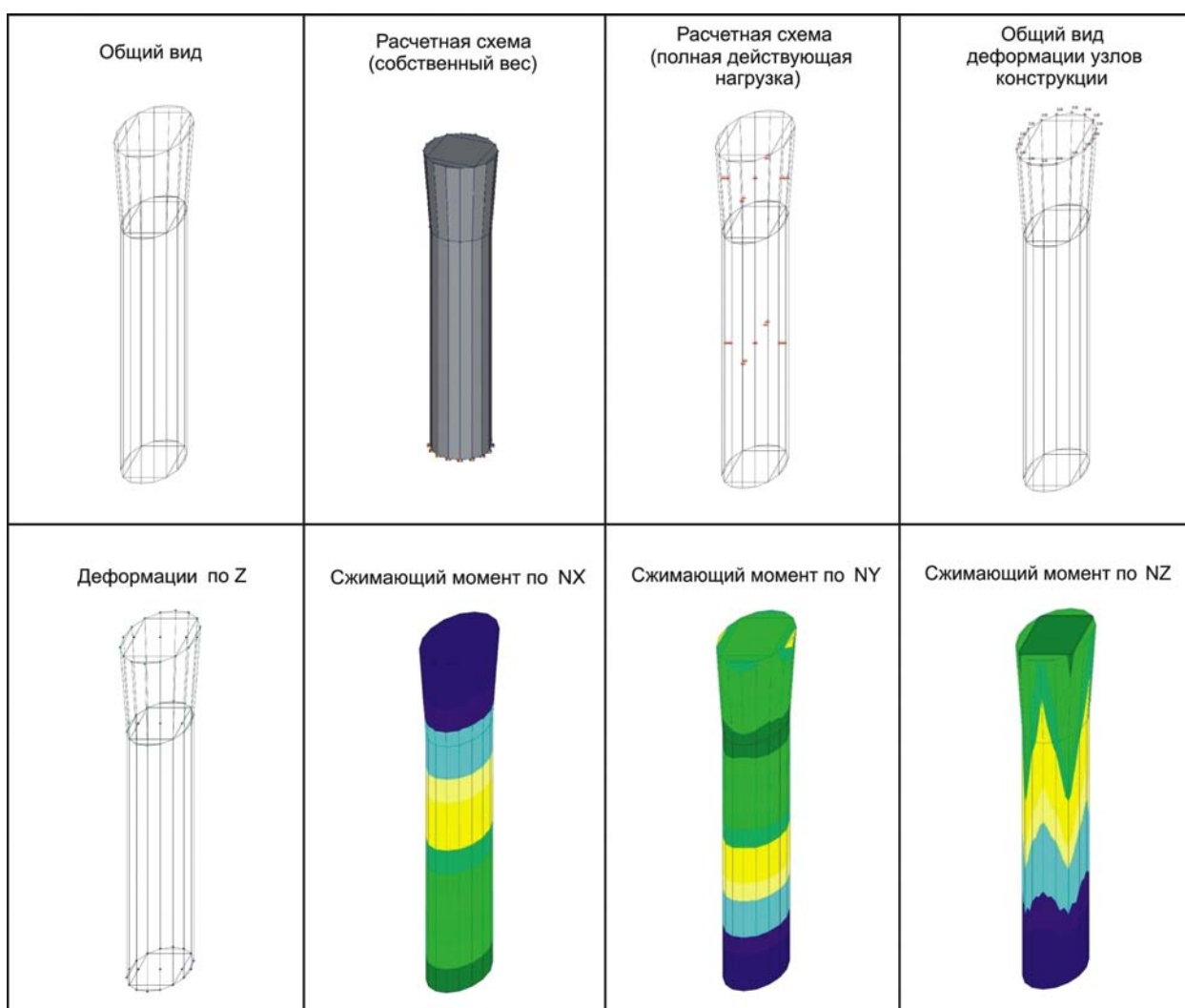


Рис.1. Результаты автоматизированного анализа работы конструкции железобетонной колонны

Параметры загрузки конструкции приняты согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» (Актуализированная версия СНиП 2.01.07-85*). Временная полезная нагрузка принята согласно СП нагрузки и воздействия (Таблица 8.3 п. 9а).

Данная методика может позволить студенту произвести типовой расчет в автоматизированном режиме в рамках курсового проектирования, за небольшой промежуток времени. Простая форма колонны характерна для решения типовых задач по строительному проектированию, в которых художественно-эстетический момент не является существенным. В то же время, выполнение этого упражнения может дать возможность студенту-архитектору приобрести базовые знания в сфере автоматизированного конструирования и сделать первые шаги к решению более сложных, нестандартных конструктивных решений.

Упражнение №2. Конструирование колонны памятника архитектуры

В качестве памятника архитектуры нами был выбран пешеходный мост парка Гуэль в Барселоне архитектора Антонио Гауди (Рис. 2).



Рис.2. Общий вид и предполагаемое конструктивное решение колоннады парка Гуэль в Барселоне

Колонны моста интересны тем, что они держат нагрузку в необычном положении - не строго вертикально, а под углом в 20 градусов по отношению к вертикальной оси [6]. К сожалению, по данному объекту Гауди никаких проектных материалов в открытом доступе мы не нашли. Поэтому, мы попытались осуществить условно-приблизительную реконструкцию расчетной схемы колонны этого замечательного памятника архитектуры.

Сделаем гипотетическую реконструкцию технических параметров колонны. Предположим, что внутренняя конструкция колонны металлическая, стержневая, состоящая из двутавров сечением, допустим, 30 мм, согласно сортаменту. Узлы жесткие сварные. Жесткое защемление в основании.

Расположенная сверху конструкции несущая плита предположительно состоит из монолитного железобетона, покрытие имеет предполагаемую толщину 400 мм. По нашим предположениям, свод конструкции также состоит из монолитного железобетона толщиной 200 мм.

Предполагаемые параметры свода (толщина) конструкции заданы нами согласно свода правил: СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного наполнения арматуры». Верхняя несущая плита армируется верхней и нижней сеткой, где диаметр арматуры составляет 16 мм, а шаг сетки 200X200 мм. Свод железобетонный также армирован сеткой, двухслойной диаметр арматуры составляет 12 мм, шаг ячейки 200X200 мм.

Загрузка конструкции выполнена в соответствии со сводом правил СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» и актуализированной версией СНиП 2.01.07-85*. Для рассмотрения работы конструкции взят показатель 0,549 кг на м.кв., как постоянно действующая нагрузка. Временная полезная нагрузка принята согласно СП нагрузки и воздействия (Таблица 8.3 п. 9а). Так как ограждение сооружения имеет достаточно массивный вид и вес, нами отдельно рассматривается нагрузка, действующая от него на

конструкцию, где сосредоточенная сила имеет показатель, равный 100 кг, а шаг элементов ограждения составляет 1000 мм. Результаты автоматизированного анализа работы конструкции представим в таблично-графическом виде (Рис. 3).

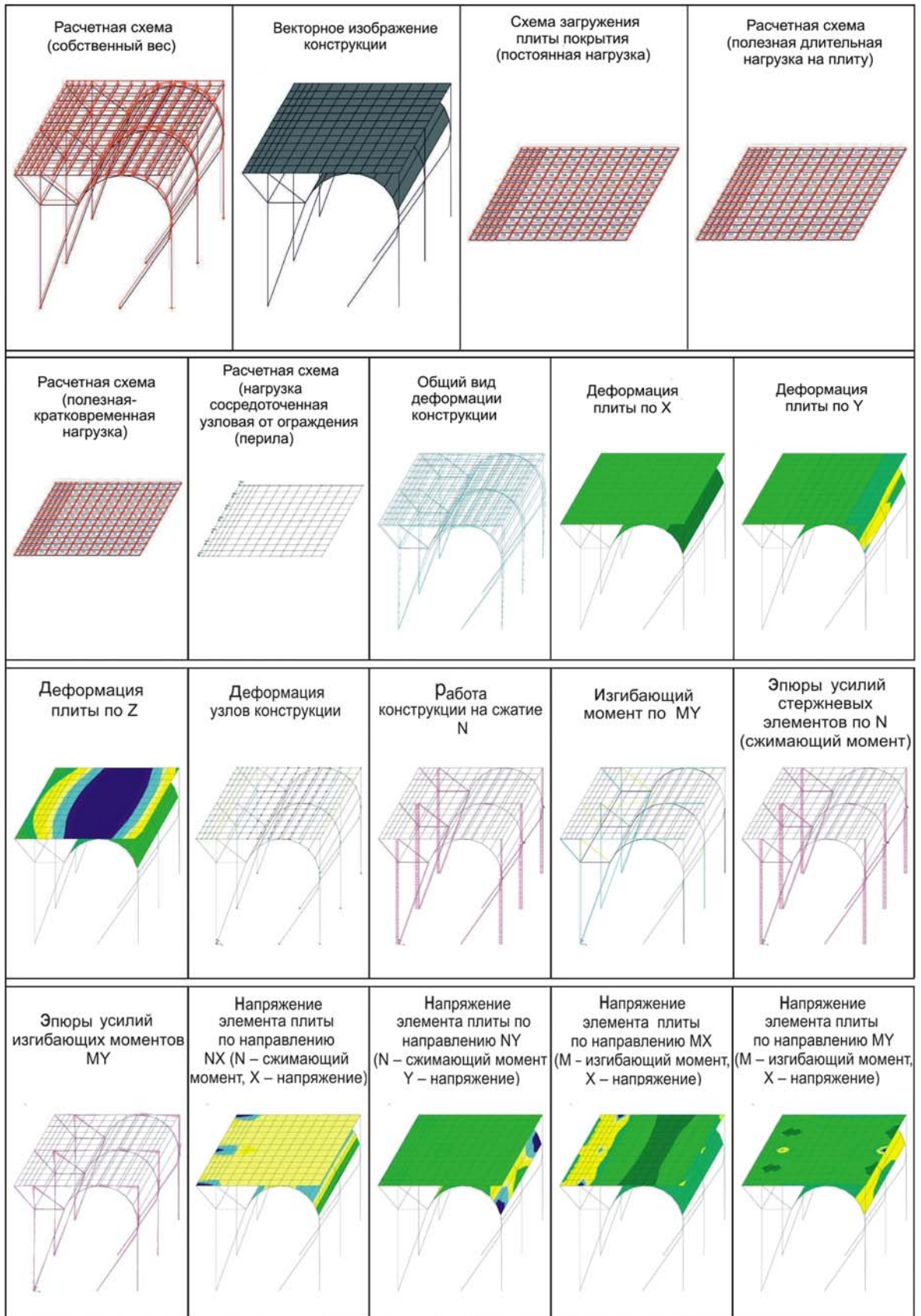


Рис.3. Результаты автоматизированного анализа работы конструкции колонны парка Гуэль в Барселоне

На рисунке 3 цветом обозначена общая деформация конструкции под воздействием заданных нагрузок. Цветовой индикатор на изображениях указывает силу действия нагрузки на конструкцию, где каждый цвет соответствует определенным числовым данным.

Представлены также эпюры усилий стержневых элементов по N (сжимающий момент). Деформация плиты рассмотрена в трех направлениях по осям X , Y , Z , (трехмерное пространство). Для наибольшей наглядности представлено также графическое изображение деформации конструкции в виде эпюр усилий.

Проведенные с помощью программы SCAD Offis расчеты показали, что для того, чтобы выдержать предполагаемую суммарную расчетную нагрузку, использование двутавра сечением 30 будет явно избыточным. Поэтому, конструируя колонну с помощью SCAD Offis был произведен подбор сечения, выдерживающего данную нагрузку. В результате было определено, что двутавр с сечением в 20 является наиболее оптимальным вариантом.

Данный пример имеет определенное учебно-методическое значение. Студентом можно давать его в виде учебного творческого проектного задания для демонстрации метода конструирования «по прототипу». Студенты смогут попытаться сконструировать интересный объект «параллельно» с Гауди, что приведет к повышению уровня их мотивации. Кроме того, возможности программы позволяют производить корректировку конструктивных параметров (материал, размеры сечения, геометрия и т. д.), что очень важно для развития у студентов навыков конструирования.

Используя принятую методику расчета, рассмотрим особенности работы современной колонны сложной бионической формы.

Упражнение №3. Конструирование колонны сложной бионической формы

Представим колонну в виде пространственно - стержневой системы и рассмотрим ее как опорную конструкцию по предварительно выполненному эскизу. По нашему замыслу конструкция колонны состоит из стержневых элементов, закрепленных между собой сваркой. Предположим, что основные элементы выполнены из стальных стержней марки С255. Исходя из субъективного восприятия геометрии формы колонны, мы выбрали для нее стержни круглого сечения $D=140 \times 5$ и пояса $D= 83 \times 5$.

Так как конструкция предполагается светопрозрачной то в перекрытии были использованы стеклопакеты в алюминиевом каркасе. Толщина каленого стекла стеклопакета была принята равной 40 мм, с учетом, что постоянная действующая нагрузка составляет 80 кг/м.кв., а временная нагрузка - 240 кг/м.кв.

При первичной экспертной оценке работы данной конструкции результаты автоматизированных расчетов показали, что конструктивный элемент недостаточно надежен. При воздействии принятых нагрузок, конструкция деформировалась с последующим разрушением. Проверка показала, что в данном случае, простое увеличение диаметров стержней не приведет к устранению данного недостатка. Поэтому нами было выполнено дополнительное усиление конструкции с помощью размещения жесткого диска в верхней части конструктивной системы, который позволил нормализовать общий конструктивный баланс и предотвратил возможность разрушения. В итоге, расчетная схема пространственно-стержневой системы получила следующий вид (Рис. 4).

На приведенных изображениях показаны конструктивные элементы, работа которых отражена в виде цветовой гаммы, где действующие нагрузки соответствуют определенным числовым данным. Графические показатели дают возможность редактировать параметры ранее подобранной формы и подбирать необходимые сечения

составляющих элементов конструкции. Это позволяет конструировать форму методом вариантного моделирования в реальном масштабе времени на основе субъективного зрительного восприятия.

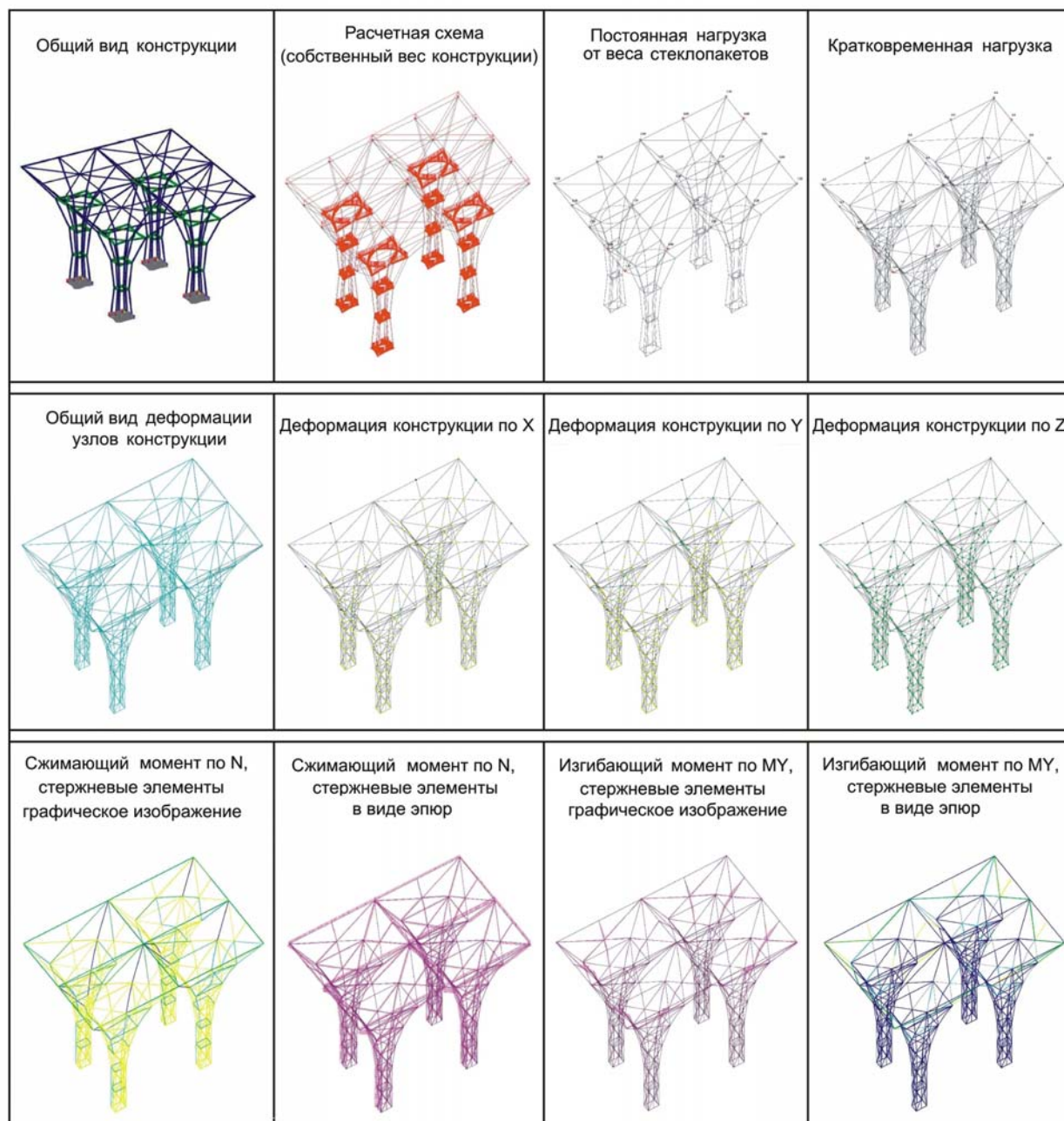


Рис. 4. Результаты автоматизированного анализа работы конструкции колонны, выполненной в виде пространственно-стержневой системы

Очевидно, что образ колонны, состоящей из стержней диаметром в 20 см, будет производить совершенно иное впечатление на зрителя, чем такая же по структуре колонна, состоящая из стержней диаметром в 1 см. В данном случае мы получаем некое приближение к методу формообразования, позволяющему объединить художественное моделирование и оптимизационное конструирование в единое гармоничное целое.

Апробированные нами попытки конструирования колонн могут стать основой для общей методики художественного конструирования, которая могла бы содержать следующие этапы:

1. Эскизирование формы (элемента) от руки, на основе субъективных художественно-образных представлений;
2. Формирование геометрической модели в какой-либо программе объемного моделирования (AutoCAD, Autodesk 3ds Max и т.д.);
3. Импорт геометрической модели в какую-либо расчетно-конструкторскую программу (SCAD Offis, SolidWorks и т.д.);
4. Формирование расчетной схемы, расчет и подбор параметров, необходимых для выдерживания заданных нагрузок (материал, сечение элементов и т.д.);
5. Импорт полученной после расчета формы в программы геометрического моделирования, и ее рендеринг с учетом окружающей среды;
6. Визуальная субъективная оценка полученного решения;
7. Корректировка самой формы или параметров на основе художественно-образного представления.

Диалектическую природу сочетания субъективного и объективного подходов в архитектурном проектировании еще в 16 веке отмечал Леон Баттиста Альберти: «О себе скажу, что мне приходили в голову многие планы зданий, которые мне весьма нравились, но когда я их вычерчивал линиями, тогда я находил грубейшие ошибки в той самой части, которая мне нравилась больше всех, а когда я обдумывал начерченное и начинал все определять в числах, тогда я убеждался в своем невнимании и исправлял ошибку. Наконец, когда я то же делал в моделях и образцах, то иногда при рассматривании отдельных частей я замечал, что меня обмануло и число» [7].

Альберти пытается найти объективизированный инструмент формообразования, используя геометрическое моделирование и пропорциональные соотношения. Как и многие теоретики архитектуры, он уверен, что некие геометрические схемы и числовые соотношения могут служить архитектору инструментом гармонизации архитектурного образа. При этом физические факторы формообразования рассматривались только на эмпирическом уровне. Любопытно, что Альберти в 16 веке даже не понял, что абсолютные размеры конструкций являются важным фактором формообразования, о чем еще в 1-м веке высказывал свои догадки Витрувий.

В настоящее время сформировалась похожая ситуация. Только вместо абстрактных геометрических и пропорциональных моделей архитектор может использовать физические модели и также с их помощью производить поиск наиболее гармоничного решения. Следовательно, физические модели также можно рассматривать как инструмент гармонизации образа, используя методику художественного конструирования. Можно даже предположить, что широко внедряемое в настоящее время, оптимизационное конструирование выйдет в итоге на такой уровень формообразования объектов, что их художественно-эстетическая оценка неизменно будет очень высокой. В этом случае, художественное моделирование может стать тождественным оптимизационному конструированию. Однако, пока это только предположение, которое должно пройти проверку временем. В любом случае, можно утверждать, что применение автоматизированных программных продуктов позволит значительно сократить временные затраты на конструктивные расчеты в учебном проектировании, а также позволит студенту и начинающему архитектору визуально увидеть и понять работу конструкции, что в результате приведет к повышению инженерного и художественного качества принимаемых проектных решений.

Литература

1. Семенов А.А. Металлические конструкции. Расчет элементов и соединений с использованием программного комплекса SCAD Office. - М., 2012.
2. Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Маляренко А.А., Микитаренко М.А., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. SCAD office. Вычислительный комплекс SCAD. - М., 2009.
3. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. - М., 2007.
4. Радзюкевич А.В., Козлов Г.В., Виртуальное моделирование физических процессов как новый инструментарий архитектурного формообразования / Международный электронный научно-образовательный журнал "AMIT" [Сетевой ресурс]. – URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2012/4kvart12/radzjukevich/abstract.php>
5. Ковалева К.И., Радзюкевич А.В. Опыт учебного проектирования учебного объекта с использованием расчетно-конструкторской программы «SCAD Offis» / Международный электронный научно-образовательный журнал "AMIT" [Сетевой ресурс]. – URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2012/1kvart12/radzjukevich/abstract.php>
6. Хворостухина С. Шедевры Гауди [Сетевой ресурс]. –URL: <http://lib.rus.ec/b/180902/read>
7. Альберти Л. Б. Десять книг о зодчестве. В 2-х томах. Кн. 9. Гл. 10 [Сетевой ресурс]. – URL: <http://www.questia.com/read/89563736/ten-books-on-architecture>

References

1. Semenov A.A. *Metallicheskie konstrukcii. Raschet elementov i soedinenij s ispolzovaniem programmno kompleksa SCAD Office* [Ironwork. Calculation of the elements and compounds using software complex SCAD Office.]. Moscow, 2012.
2. Karpilovsky V.S., Kriksunov E.Z., Malyarenko A.A., Mikitarenko M.A., Perel'muter A.V., Perel'muter M.A., *SCAD office. Vichislitelnij kompleks SCAD* [Computing complex SCAD]. Moscow, 2009.
3. Perel'muter A.V. Slivker V.I. *Raschetnie modeli sooruzhenij i vozmozhnost ih analiza* [Computational models structures and the ability to analyze them]. Moscow, 2007.
4. Radzyukevich A.V., Kozlov G.V. *Virtyalnoe modelirovanie fizicheskikh processov kak novij instrymentarij architektymogo formoobrazovanija* [Virtual modeling physical processes as new architectural forming tools]. Available at: <http://marhi.ru/AMIT/2012/4kvart12/radzjukevich/radzjukevich.pdf>
5. Kovaleva K.I., Radzjukevich A.V. *Opit uchebnogo proektirovanija bionicheskogo objecta s ispolzovaniem raschetno-konstruktorskoj programmi SCAD Offis* [The example of training project of bionic object using construction program “SCAD Offis”]. Available at: <http://marhi.ru/AMIT/2012/1kvart12/radzjukevich/radzjukevich.pdf>
6. Khvorostukhina S. *Shedevri Gaudi* [Gaudi's masterpieces]. Available at: <http://lib.rus.ec/b/180902/read>
7. Alberti Leon Battista. *Desjat knig ob arhitektyre* [Ten Books on Architecture]. Available at: <http://www.questia.com/read/89563736/ten-books-on-architecture>

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ**К.И. Ковалева**

Аспирант кафедры «Компьютерные технологии проектирования», Новосибирская государственная архитектурно – художественная академия, Новосибирск, Россия
e-mail: Kovaleva_Kseniya@bk.ru

А.В. Радзюкевич

Канд. арх, доцент кафедры «Компьютерные технологии проектирования», Новосибирская государственная архитектурно – художественная академия, Новосибирск, Россия
e-mail: radz@rambler.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS**K. Kovaleva**

Post-graduate student, chair of Computer Technology Design, Novosibirsk State Academy of Architecture and Fine Arts, Novosibirsk, Russia
e-mail: Kovaleva_Kseniya@bk.ru

A. Radzjukevich

PhD in Architecture, Associate Professor of Computer Technology Design, Novosibirsk State Academy of Architecture and Fine Arts, Novosibirsk, Russia
e-mail: radz@rambler.ru