

ОПЫТ УЧЕБНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИОНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСЧЕТНО - КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРОГРАММЫ «SCAD Offis»

А.В. Радзюкевич, К.И. Ковалева

Новосибирская государственная архитектурно – художественная академия, Новосибирск, Россия

В последние десятилетия в архитектуре появилось большое количество новых необычных форм, напоминающих формы живой природы. К ним можно отнести покрытия зданий, сходные с причудливыми поверхностями раковин моллюсков. Купола, интерпретирующие контуры скорлупы птичьего гнезда, прозрачные решетки структуры, уходящие в сложные переплетения ветвей лесной чащи или скелетных остовов радиолярий. В этих заимствованиях форм из живой природы сказалось не только желание найти новые средства выразительности, но и решить ряд насущных вопросов архитектуры, относящихся к областям экономики, техники, функции. Не случайно, поэтому обращение архитекторов, инженеров, технологов к живой природе превратилось в широкое концептуальное движение в современной архитектуре [1,2]. В разных странах оно получило различное название. В Советском Союзе в начале 1960-х годов ему было дано, название «архитектурная бионика» по аналогии с существующей тогда технической бионикой. В этот период изучением бионики активно и плодотворно занимался Ю.С. Лебедев [3]. По его определению, бионика, представляет собой науку, соединяющую научно-исследовательскую часть с одновременным исполнением практического замысла, не только выводящую законы, но и одновременно выражающую их в конкретной материальной форме. Это наука, которая является в полном смысле созидательной. Она направлена на создание готовых вещей - физических моделей природных прототипов, способствующих активному преобразованию природы и созданию новой, искусственной среды по подобию живой природы, но лишь в аспекте решения архитектурных задач. Одним из многих вопросов, которых позволяет решать бионика, является вопрос рационализации конструкций и внедрение новых оригинальных, эстетически значимых конструктивных решений.

Опыт зарубежных стран, показывает, что бионические решения можно использовать не только как декорации, но и как практически полноценно функционирующую архитектурную систему. Однако, сегодня в России эта тенденция почти полностью отсутствует, так как с прекращением работы лаборатории Ю.С. Лебедева (в 1990 году), все исследования в сфере архитектурной бионики были прекращены. Это повлияло на сферу архитектурного образования в России, и привело к тому, что актуальной стала проблема разрыва между композиционно - художественной и технической сферами проектирования [4]. При проектировании объектов, студенты в первую очередь ориентируются на нормативные, функциональные и композиционно-художественные факторы. Конструктивный фактор также считается очень важным, однако из-за высокой сложности конструктивных расчетов, студенты вынуждены использовать только простейшие типовые конструктивные решения.

Проектирование объектов, имеющих интересные, но сложные архитектурные и бионические конструктивные структуры, студентам недоступно, что способствует резкому ограничению их возможностей формообразования, ограничивая их только сферой декорирования и бутафории. Это противоречие усугубляется на фоне бурного развития бионической архитектуры в индустриально развитых странах. Однако сегодня для преодоления этого разрыва между композиционно - художественной и технической сферами в архитектурном проектировании созрела качественно новая ситуация. Появились новые программные продукты, позволяющие работать в режиме комплексного проектирования более быстрым и точным способом в наглядной и интуитивно понятной

форме, что немало важно для студентов-архитекторов. В настоящее время в архитектурно-строительном проектировании используется уже достаточно большое количество программ - «Лира», «Мономах», COSMOS, ANSYS, NASTRAN и др. Проведенный нами сравнительный анализ программных продуктов показал, что для учебного проектирования наиболее предпочтительным выглядит продукт SCAD Offis (Structure CAD Office) который, если определять точно, является интегрированной системой прочностного анализа и проектирования конструкций.

Особо следует отметить, что некоторые новые программные продукты реально позволяют архитектору, в ряде случаев, самостоятельно решать конструкторские задачи, не прибегая к помощи специалиста — конструктора. В связи с этим, нами была произведена попытка использования такого подхода в рамках дипломного проектирования. Был разработан архитектурно – дизайнерский проект - «Общественно – деловой комплекс» в бионическом стиле (Рис. 1).

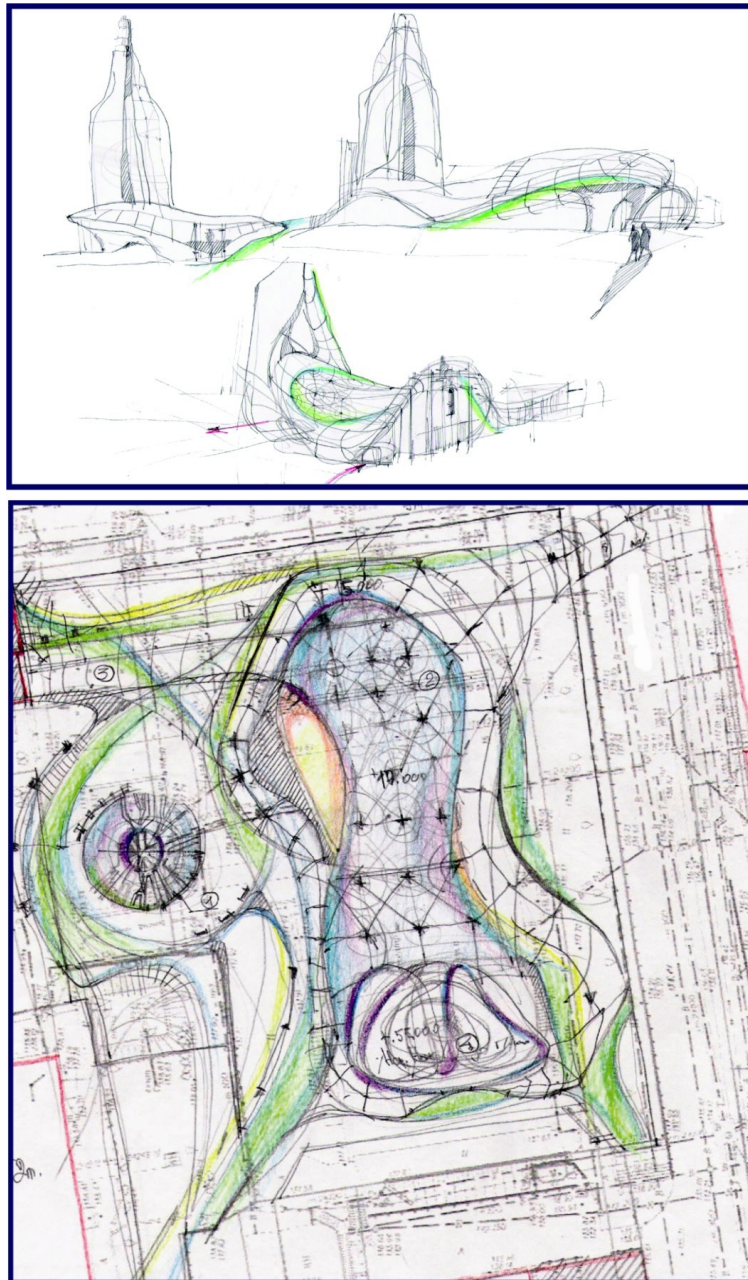


Рис. 1. Дипломный проект «Общественно-делового центра» в Новосибирске (эскизы)

В этой работе мы попытались объединить в единое целое «композиционно – художественный» и «инженерно-технический» подходы к проектированию. В качестве расчетного элемента была выбрана колонна, выполненная в бионическом стиле (Рис. 2).

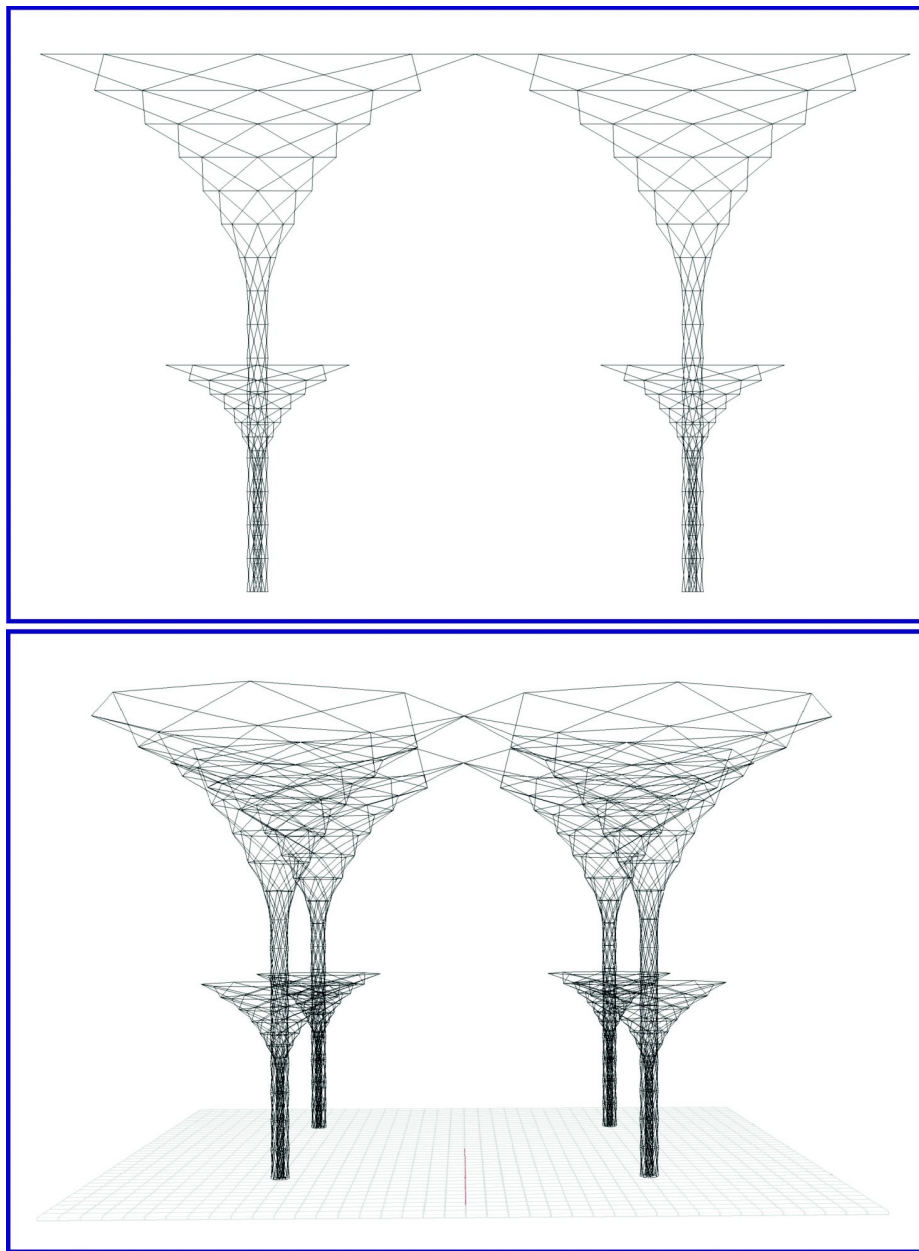


Рис.2. Объемно-геометрическая схема колонн.

Для традиционного «ручного» конструктивного расчета сложная формы колонны представляется, даже на сегодняшний день, исключительно трудоемкой, поэтому конструктивный расчет производился в автоматизированном режиме. Выбор колонны был неслучаен, так как по художественному замыслу конструкции колонн предельно «обнажены» и они представляют собой важнейшие элементы в интерьере, то очень важно знать их точные пропорции и размеры.

Для выполнения расчета была построена трехмерная векторная модель нижней колонны в программе AutoCAD, которая впоследствии была импортирована в программу «SCAD Office» как пространственно-стержневая система, состоящая из металлических элементов коробчатого сечения, соединенных друг с другом с помощью сварки.

Для осуществления автоматизированного расчета были определены следующие параметры нагрузок:

1. Постоянная нагрузка на колонну (сетка колонн 6X6).

NN	Нагрузки	Величина в килоньютонах (кН) на квадратный метр
1	Плита перекрытия ($t=160\text{mm}$)	4
2	Стяжка ($t=50\text{mm}$)	1,2
3	Плитка керамическая	0,2
	Итого на квадратный метр	5,4

Суммарная нагрузка на одну колонну — 194,4 кН;

Суммарная нагрузка на узел колонны — 24,3 кН.

2. Временная (полезная) нагрузка:

Общественное здание (залы совещаний, выставочные)

Норма — 4,71 кН / кв.м.

На одну колонну — $4,71 \times 6 \times 6 = 169,6$ кН

На узел колонны — $169,6 / 8 = 21,1$ кН.

В сумме получается, что на одну колонну приходится нагрузка в 364 кН, а на один узел колонны — 45,5 кН. Исходя из того, что верхний пояс колонны представляется собой правильный восьмиугольник, примем нагрузку на один узел равной пяти тоннам (рис.3).

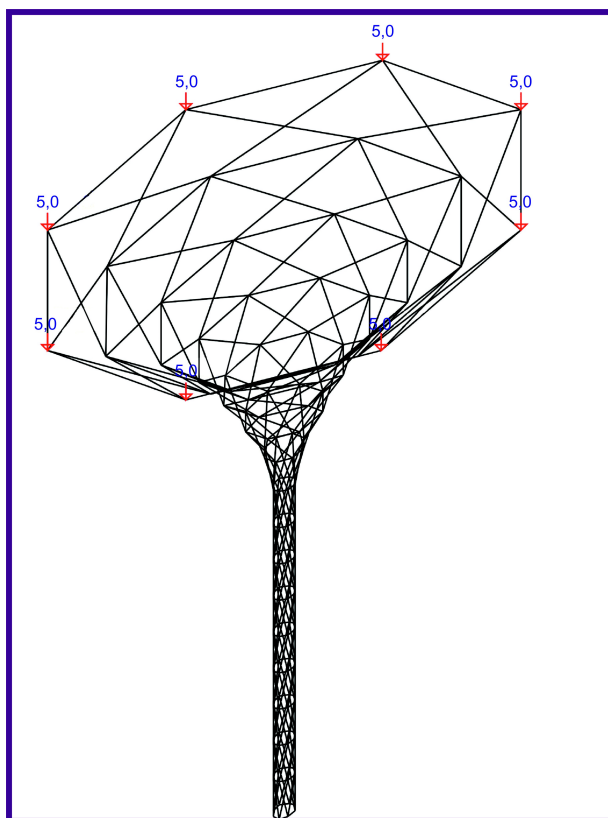


Рис. 3. Схема распределения нагрузок на узлы верхнего пояса колонны

Имея это значение и расчетную схему колонны, получаем возможность подбора физических параметров конструкции, способной нести заданную нагрузку. В результате расчета было получено, что для определенных марок стали размер сечения металлических элементов в самых нагруженных участках колонны должен составлять 30х30мм. Данное сечение элементов с художественной точки зрения следует признать вполне приемлемым, так как такая тонкость элементов придает колонне дополнительное впечатление ажурности и легкости (рис.4).

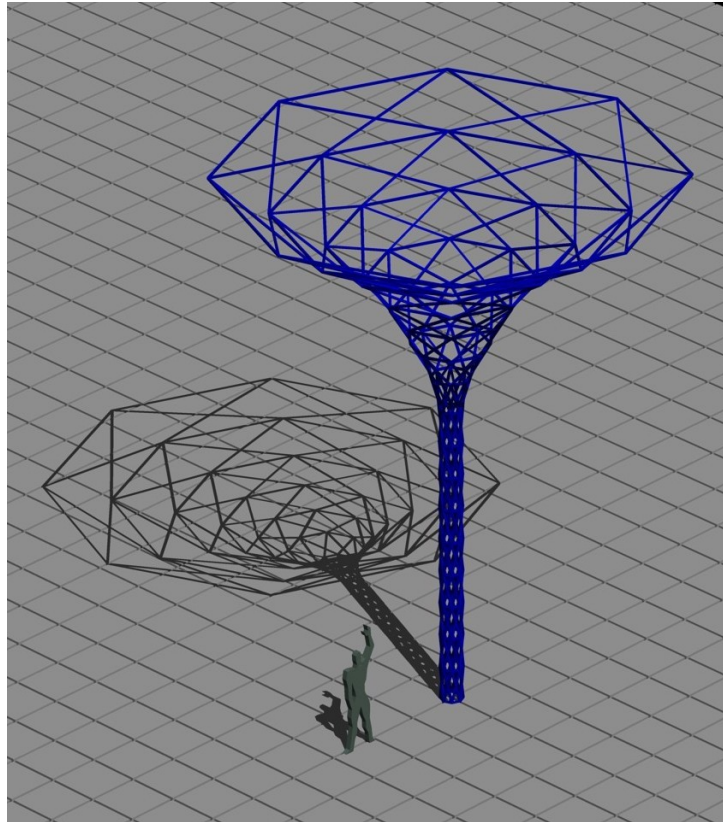


Рис. 4. Визуализация колонны с расчетной толщиной элементов и масштабом

Визуально она может показаться весьма хрупкой и даже опасной. Однако, если бы, допустим, по расчету сечение металлических элементов получилось бы равным, к примеру, 100х100мм, то, очевидно, что впечатление от колонны было бы совсем другим. И, очевидно, что пришлось бы искать иное структурное решение для формы колонны. Поэтому, методика проектирования должна включать в себя такой важный элемент как визуальная проверка конструктивных решений с помощью интуитивного зрительного восприятия. В наши дни это становится возможным даже для студентов выполняющих учебный проект, так как современные программные средства доступны для освоения обычным пользователям-проектировщикам. При этом сам процесс проектирования может выполняться в режиме реального времени, без затрат времени на трудоемкие дорогостоящие «ручные» расчеты конструкций, которые доступны только узким специалистам-смежникам.

Автоматизированный расчет конструкций может стать важнейшим средством архитектора, позволяющим оперативно «лепить» оптимальную и эстетически значимую конструкцию, соответствующую композиционно-образному решению проектируемого объекта. Архитектор получает возможность самостоятельно «встраивать» конструкцию в архитектурный образ, превращая процесс конструирования из части смежного раздела

проектирования в часть художественного творчества. Мы предполагаем, что расчетно-конструкторские программы следует рассматривать как мощный инструмент архитектора, дающий ему реальную возможность для полноценной творческой деятельности на уровне художественного конструирования. Пора уже рассматривать конструкцию как важнейший элемент архитектурного образа, а не как некий неэстетичный каркас, который архитектору нужно спрятать за «красивым» декором и бутафорией.

Очевидно, что в связи с бурным развитием программных продуктов, в ближайшие годы расчетно-конструкторские программы станут привычным инструментом проектирования для архитектора. Поэтому, актуальной становится проблема внедрения данных программ в структуру учебного плана бакалавриата. Сложность этой задачи заключается в необходимости ее комплексного решения усилиями специалистов разных кафедр, так как художественное конструирование может быть встроено в учебные задания по архитектурному проектированию, композиции и конструкциям.

Следует отметить также, что современные расчетно-конструкторские программы позволяют не только подбирать оптимальные параметры для той или иной расчетной схемы, но и визуально наблюдать как ведет себя конструкция под нагрузкой, что очень важно для эффективного освоения студентом материала. Программа SCAD Office, например показывает как деформируется геометрия конструкции под нагрузкой (рис.5).

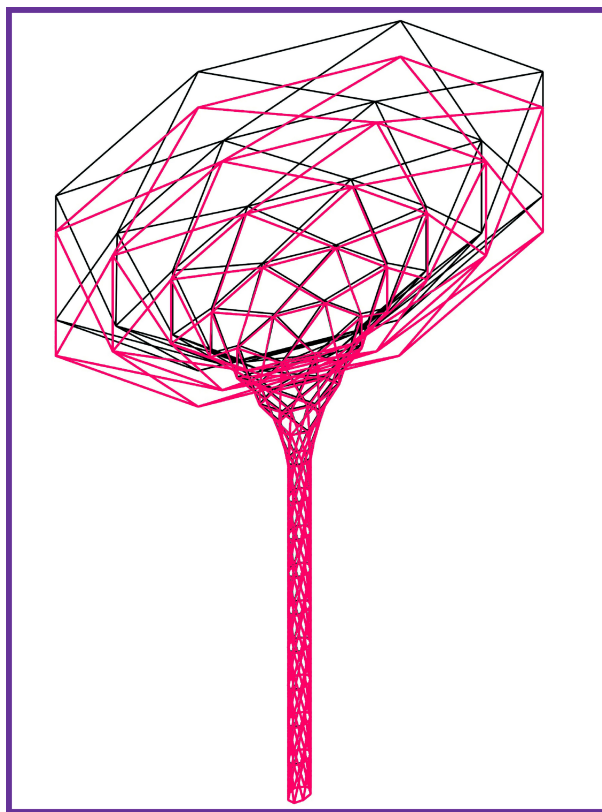


Рис. 5. Гипертрофированная деформация геометрии колонны под нагрузкой

Некоторые расчетные программы, например COSMOS, ANSYS и ряд других позволяют визуально наблюдать как работает материал под нагрузкой и в каких участках возникают критические напряжения. Предельно очевидными становятся действия скрытых в материале сил и напряжений. Возможность их художественного осмысления может дать архитектору основу для формирования тектонически-образных и бионических решений.

Важно отметить, что некоторые программы дают возможность заниматься так называемым оптимизационным конструированием. Так, представленная выше, колонна была запроектирована на основе интуиции и проверена на способность выдержать определенную нагрузку. Использование конструкторской программы помогло только уточнить некоторые параметры (сечение элементов, материал). Однако, очевидно, что данная геометрическая структура колонны не является самой оптимальной с точки зрения конструктивного подхода. В настоящее время решению оптимизационных задач уделяется все большее внимание в теоретических исследованиях по строительным конструкциям. Создаются математические модели и методики поиска оптимальной геометрической формы для определенных строительных конструкций. В частности, успешно моделируются и решаются задачи по оптимальному распределению материала в конструкции с неизменяемой геометрией [5].

Очевидно, что конструкцию приведенной выше колонны можно было бы оптимизировать по критерию оптимального распределения материала. Полученное значение величины сечения металлических элементов относится только к самым напряженным участкам конструкции. В менее напряженных участках сечение может быть меньше и, соответственно, расход материала может быть уменьшен. Принципиально важно отметить, что еще более ста лет назад форма в архитектуре рассматривалась как реакция материала на внешние воздействия [6]. И, следовательно, возникает предположение, что форму архитектурного объекта можно «лепить» на основе подбора внешних нагрузок, свойств материала и расчетной схемы конструкции. Такой подход к формообразованию можно условно назвать архитектурно-инженерным [7].

По всей видимости, в ближайшее время особенности формообразования в архитектуре будут приближаться к специфике формообразования в технике. Архитектура, в некоторых своих элементах (опорные и несущие элементы, структуры оболочек, фасадные системы), становится аналогичной промышленному дизайну объектов, обладающих специфическим свойством недвижимости (Рис.6).

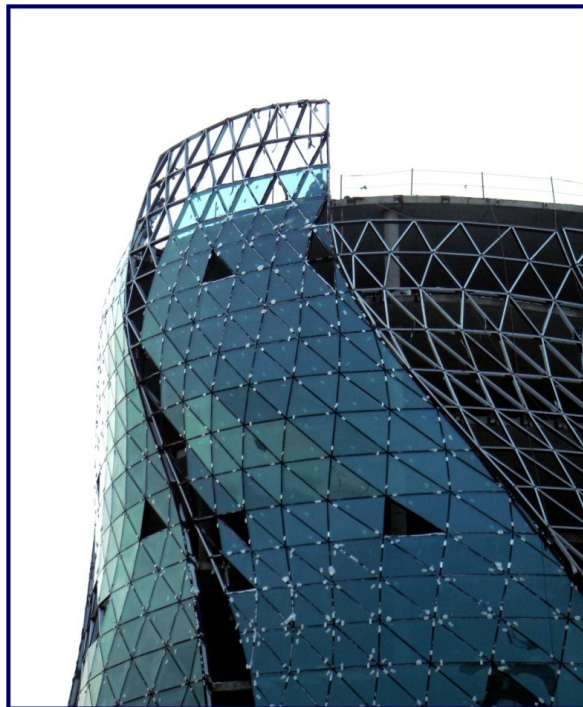


Рис. 6. Фрагмент строящегося общественного здания в Новосибирске (арх. В.Н.Филиппов).

Полученный нами опыт в результате проделанной работы с программой «Scadoffice» позволяет утверждать, что данный вид расчета с помощью автоматизированных программ даст основу для повышения качества конструктивных решений, сокращения сроков проектирования и, что принципиально важно, для нахождения наиболее эстетически значимых форм архитектурного образа.

Считаем, что данный программный продукт необходимо внедрять в учебное проектирование архитектурных вузов РФ. Существующий сегодня курс «Архитектурные конструкции» [8] необходимо дополнить новым курсом, который условно можно назвать «Архитектурно-художественное конструирование» или «Архитектоника». Использование в учебном процессе программы «SCAD Offis» с ее структурой, наглядностью и интерфейсом, интуитивно понятными для студентов, позволит им значительно облегчить усвоение таких традиционно трудных предметов как «Теоретическая механика», «Сопромат» и «Строительные конструкции».

Литература

1. Macdonald A.J. Structure and Architecture. Edinburg. 1994.
2. Charleson A.W. Structure as Architecture. Oxford. 2005.
3. Архитектурная бионика. Под ред. Ю.С. Лебедева. Москва. 1990г.
4. Радзюкевич А.В., Пальчунов С.П. «Архитектоника для архитекторов» [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2009/4kvart09/Radzjukevich/Article.php>
5. Алпатов В. Ю. Оптимальное проектирование металлических структур. Дисс. На соиск. уч. степ. канд. тех. наук. Самара. 2002.
6. Николаев Б. Физические начала архитектурных форм. Опыт исследования хронических деформаций зданий. СПб. 1905.
7. Радзюкевич А.В., Козлов Г.В. Компьютерное моделирование как инструмент изучения тектонических особенностей архитектурной формы [Электронный ресурс]. - URL: <http://artmatlab.ru/articles.php?id=59&sm=2>
8. Беспалов В.В. Архитектурные конструкции. Учебник для вузов по специальности "Архитектура". М. 2011.