

Tekla structures – инновация для создания конструкций

Tekla Structures – is innovation of structures's modeling

Зарубин Петр Евгеньевич

ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
+7 (951) 641 7967; zarubin.pit@yandex.ru
Санкт-Петербург
Российская Федерация

Petr Evgenyevich Zarubin

Saint-Petersburg State Polytechnical University
+7 (951) 641 7967; zarubin.pit@yandex.ru
Saint-Petersburg
Russian Federation

студент Барановский Михаил Юрьевич

ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
+7 (921) 407 7354; mlk93@mail.ru
Санкт-Петербург
Российская Федерация

Student Mikhail Yurjevich Baranovskij

Saint-Petersburg State Polytechnical University
+7 (921) 407 7354; mlk93@mail.ru
Saint-Petersburg
Russian Federation

студент Тарасов Владимир Александрович

ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
+7 (952) 201 0537; vtarasov3766@yandex.ru
Санкт-Петербург
Российская Федерация

Student Vladimir Alexandrovich Tarasov

Saint-Petersburg State Polytechnical University
+7 (952) 201 0537; vtarasov3766@yandex.ru
Saint-Petersburg
Russian Federation

Ключевые слова: расчет конструкций, BIM, САПР, трехмерное моделирование, стальные конструкции, монолитные железобетонные изделия, сборные железобетонные конструкции.

В статье рассказывается о программном комплексе Tekla Structures, предоставляющем большие возможности для проектирования любых видов зданий и сооружений.

Он позволяет создавать детальные BIM модели, помогая инженерам принимать более обоснованные решения о конструкции и интегрировать процессы с раннего этапа разработки концепции и дизайна, до изготовления и монтажа.

Key words: calculation of structures, BIM modeling, CAD, three-dimensional modeling, steel structures, monolithic reinforced concrete, precast concrete structures.

In article it is told about the program Tekla Structures complex giving great opportunities for design of any kinds of buildings and constructions.

He allows creating detailed BIM models, helping engineers to make more reasonable decisions on a design and to integrate processes from an early conceptual phase and design, before production and installation.

1. Введение

Tekla Structures представляет собой программное обеспечение информационного моделирования зданий (BIM - Building Information Modeling), которое позволяет создавать и управлять точными 3D моделями конструкций зданий и сооружений любой сложности из любого материала. Модели Tekla

Structures можно использовать на всех этапах строительства от эскизов до производства, монтажа и управления строительными работами.

Tekla Structures имеет долгую историю в сфере строительства - компания, названная Teknillinen laskenta Oy ("Технические расчеты на ЭВМ"), была зарегистрирована в феврале 1966 г. в Хельсинки, Финляндия. Той же весной название компании было сокращено до Tekla.

Основные принципы работы Tekla были определены как консультации в области автоматической обработки данных (ADP), вычислительные услуги, учебные курсы и разработка программного обеспечения. Книга по истории Tekla "От перфокарт до технологии моделирования. 40 лет программированию в Tekla" была опубликована в 2006 году, в год 40-летия Tekla. На данный момент, Tekla Structures используют в более чем 100 странах по всему миру [1].

Основной работы в данной программе является BIM моделирование, то есть вместо того чтобы чертить двухмерные планы, фасады и разрезы, создается детальная трехмерная модель здания, с прорисовкой всех узлов, соединений, которая сочетает в себе как физическую модель, так и аналитическую. Затем она может быть использована для различных типов анализа, к примеру, получения полной проектной документации. Таким образом, сферой применения программы Tekla Structures является полный структурный процесс возведения объектов от концептуального проектирования до строительства. [7]

Tekla Structures - программные решения, доступные в нескольких специализированных конфигурациях, поэтому пользователи могут выбрать конфигурацию, которая наилучшим образом соответствует их потребностям:

1. FULL (Полная детализовка)
2. Управление строительством
3. Steel Detailing (Детализовка металлических конструкций)
4. Precast Concrete Detailing (Детализовка сборных железобетонных изделий)
5. Reinforced Concrete Detailing (Детализовка монолитных железобетонных изделий)
6. Engineering (Инжиниринг)
7. Дополнительные модули управления проектом [5]

Tekla Structures, Full представляет собой универсальную конфигурацию, содержащую модули детализовки металлических конструкции, сборных железобетонных изделий и монолитных бетонных изделий. Предусмотрено создание трехмерных моделей конструкций из стали и бетона. Модули Tekla Structures, Full позволяют выполнять множество функций – от отображения этапов выполнения работ, до автоматической генерации чертежей КМ, КМД, железобетонных и монолитных изделий.

Tekla Structures для Управления Строительством вносит свой вклад в работу подрядчиков, которым необходимо моделировать, планировать и управлять проектами, вне зависимости от материала и его типа.

Tekla Structures, Steel Detailing - конфигурация, предназначенная для проектирования металлоконструкций. Используется для создания детальных трехмерных моделей любых металлических конструкций, и для получения соответствующих данных для производства и монтажа.

Tekla Structures, Precast Concrete Detailing - стандартная конфигурация, дополненная функциями детализовки сборных железобетонных конструкций.

Tekla Structures, Reinforced Concrete Detailing - стандартная конфигурация, дополненная функциями детализовки монолитных железобетонных изделий.

Tekla Structures, Engineering - стандартная конфигурация, позволяющая выполнять синхронизированное конструирование. Проектирование металлоконструкций и внутренних инженерных систем происходит в рамках совместно используемой модели [20].

2. Совместимость

Программный комплекс Tekla Structures позволяет обмениваться моделями и чертежами с основными архитектурными и промышленными программами, такими как Archicad, ADT, Revit Building, Nemetschek Allplan и Bentley Architecture, а так же со всеми IFC совместимыми программами. Доступны также другие форматы DGN и DWG [20].

3. Создание проекта

Работу в Tekla Structures можно начать, создавая модель с нуля, или импортировать архитектурную модель или чертеж (несколько различных форматов файлов), чтобы использовать в качестве основы. При создании нового проекта, первым делом задается сетка осей (рисунок 1). К осям и их пересечениям привязываются объекты в моделях. Кроме того, они полезны для создания плана и вертикальных разрезов в Tekla Structures.

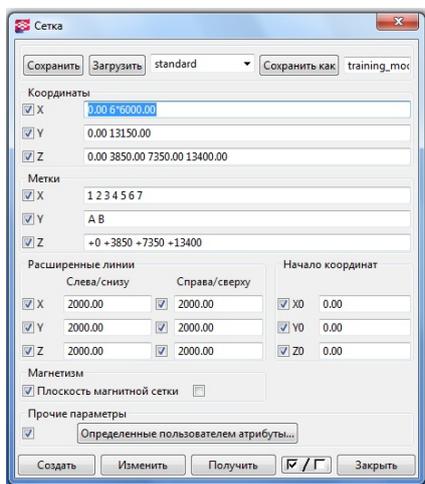


Рис. 1 Задание сетки осей

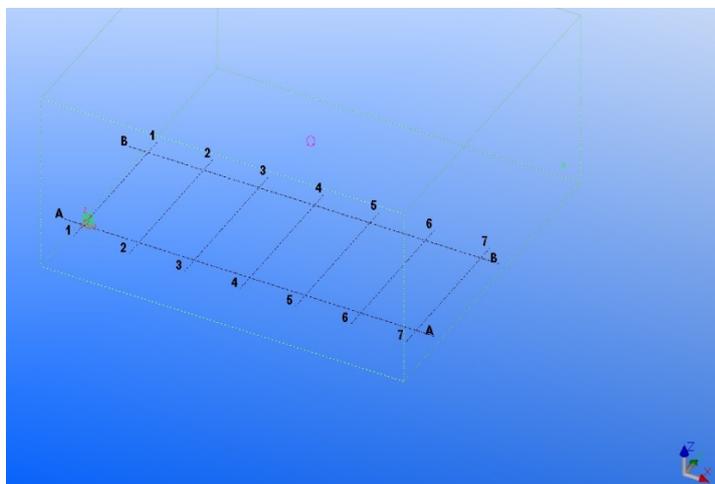


Рис. 2. Сетка осей

Когда настроен вид и создана сетка (рис. 2), можно приступать к созданию модели с использованием различных инструментов для типовых частей, таких как балки, колонны, пластины, плиты, стены и т.д. Инструменты, используемые для одинаковых видов, сгруппированы в панели инструментов: например, панель инструментов Steel (сталь) содержит инструменты для создания стальных балок, колонн, и пластин; панель инструментов Concrete (бетон) содержит инструменты для создания объектов из бетона и арматуры; панель инструментов Loads (нагрузки) содержит инструменты для создания нагрузок, просмотра и редактирования групп нагрузок, и т.д. Есть несколько дополнительных панелей содержащих инструменты для моделирования связей, деталей и других компонентов, редактирование элементов, создание и управление видами. В дополнение к сети, можно создавать точки, линии и плоскости, к которым можно привязать объекты.

В программе есть обширный каталог различных профилей из стали, бетона, древесины. В процессе создания, можно редактировать любой объект, переназначая ему физические и геометрические характеристики (рис. 3). Во вкладке «расчет» есть все характеристики данного сечения. При выборе материала, так же есть возможность посмотреть его характеристики.

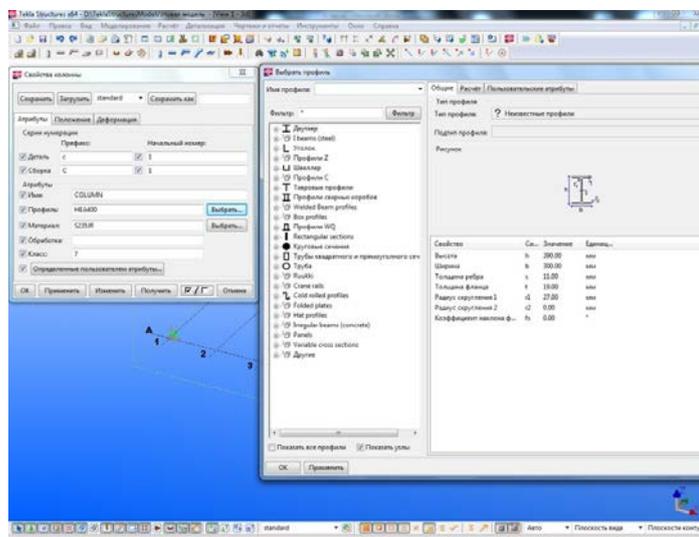


Рис. 3 Задание физических и геометрических характеристик объекту

В итоге созданы колонны из профиля труба квадратная, холодногнутая, размерами 100x100 мм и толщиной стенки 5 мм, и прогоны из профиля двутавр №30 (рисунок 4). Материал – сталь с235.

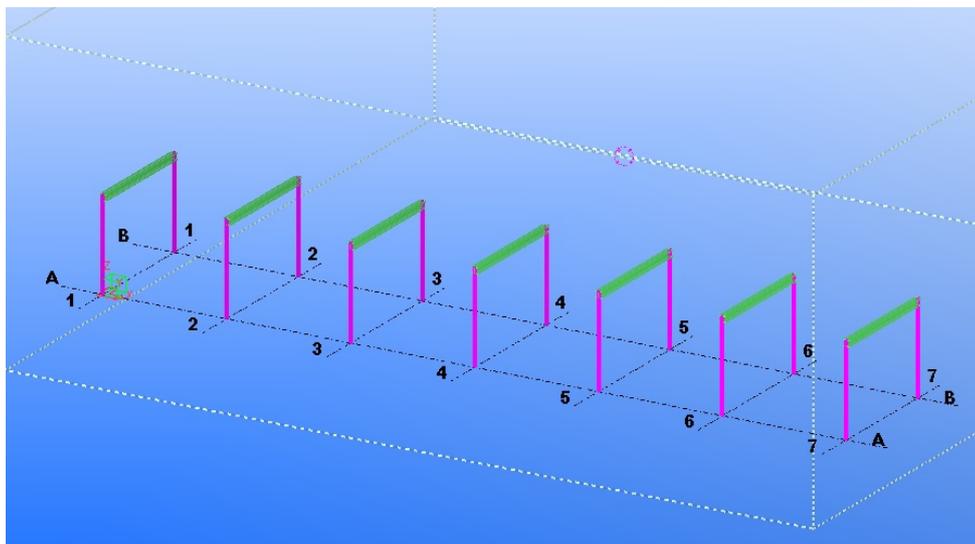


Рис. 4 Замоделированные П-образные рамы

Текла предлагает обширную библиотеку параметрических компонентов, которые автоматизируют процесс создания деталей и соединений, после создания основной части модели. Библиотека включает в себя даже инструменты моделирования для некоторых сложных компонентов, таких как лестницы, фермы, и башни. Все это можно просматривать и управлять с помощью каталога компонентов (рисунок 5). При необходимости можно создавать собственные компоненты (соединения, детали, швы) путем изменения существующих или созданием собственных, а затем сохранить их для будущего использования в пользовательской библиотеке. После создания соединения, в Tekla Structures предусмотрена возможность вывести на экран вид соединения во всех трех проекциях (рисунок 6).

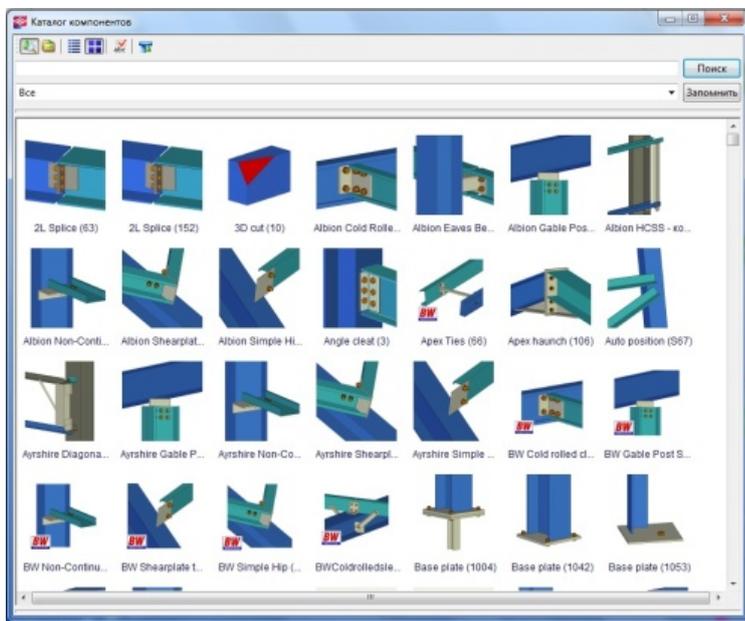


Рис. 5 Каталог компонентов

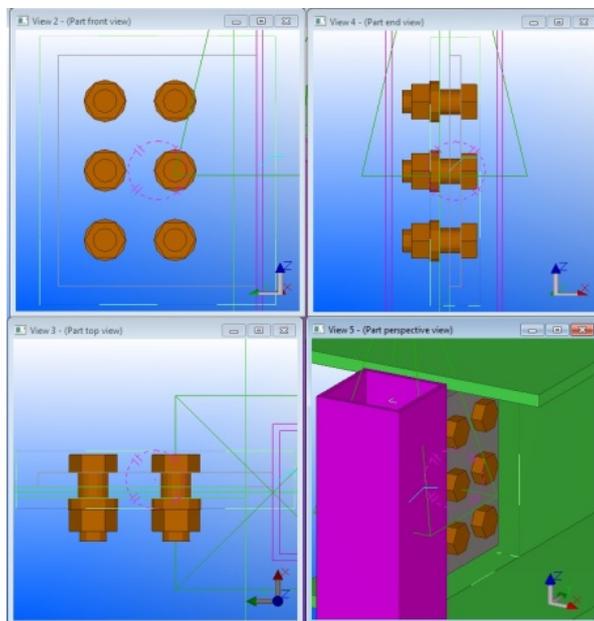


Рис. 6 Три проекции вида соединения

Закончим создание модели, соединив рамы друг с другом, для жесткости самой конструкции, закрепив колонны у основания и поставив ветровые связи (рисунок 7).

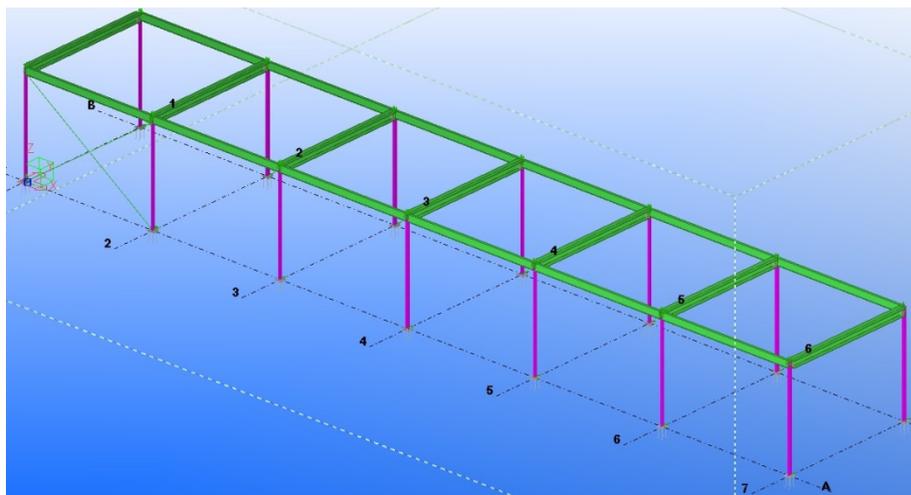


Рис. 7. Созданная модель каркаса сооружения

4. Анализ и чертежи

Как и другие BIM программные комплексы, Tekla Structures позволяет провести расчет и анализ структурной модели. Расчетная схема генерируется, как только начинается процесс анализа, после создания физической модели и прикладывания нагрузок. Благодаря этому, Tekla Structures позволяет создавать несколько расчетных схем из одной и той же физической модели для запуска различных видов анализа. Также есть возможность определить, какие объекты должны быть включены в модель анализа. К примеру, можно рассчитать простую раму, без учета типа соединения, или же учитывать тип узла и деталей в нем (рассчитать пластины, болты и т.д.).

Создав расчетную схему, приступим к сбору нагрузок и формированию расчетных сочетаний. В программе можно прикладывать сосредоточенные нагрузки, нагрузки, распределенные линейно и нелинейно (треугольная, трапециевидная), ветровую и тепловую нагрузки. После того как приложены все необходимые нагрузки, создаются расчетные сочетания усилий. Этот процесс также может быть автоматизирован. Tekla Structures автоматически создает сочетания в соответствии с нормативными документами. К сожалению, в базе данных нет российских строительных норм и правил, поэтому все значения коэффициентов придется вводить вручную. Заключительным этапом будет экспорт получившейся модели в расчетную среду.

Для создания чертежей, Tekla Structures имеет специальный интерфейс, который непосредственно связан с моделью. Tekla Structures позволяет создавать чертежи не только с планами и разрезами, но и любую детализовку, что очень полезно при работе с металлическими конструкциями. Чертежи создаются в отдельной папке, но остаются связанными с моделью. Так что при внесении изменений в модель, чертежи, при их открытии или распечатке обновляются. В то время как изменения, внесенные в чертежи, не приводят к обновлению модели.

Как упоминалось ранее, Tekla Structures включает в себя всеобъемлющие возможности детализации проекта, как для стальных конструкций, так и для железобетона. На официальном сайте разработчика [20] есть примеры проектов, выполненных с использованием данного программного комплекса.



Рис. 8 Телевизионная башня Tokyo Sky Tree [3]

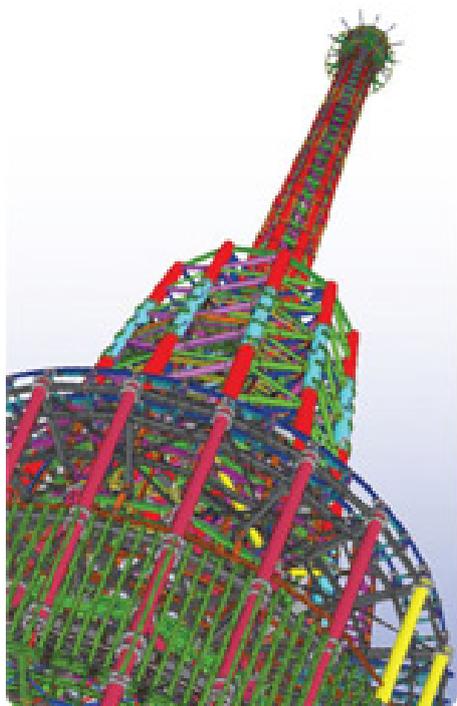


Рис. 9 Детализация в программе Tekla

Учитывая требования к высокой точности строительства и предварительному выявлению коллизий между элементами конструкции, Obayashi решает внедрить в компании систему 3D-проектирования до фактического начала работ над проектом. После изучения возможности применения других систем для 3D-проектирования металлических конструкций, они окончательно принимают решение о внедрении программного обеспечения Tekla BIM. Кроме того, Tekla использовалась основными производителями конструкций, учувствовавших в данном проекте, и имелся опыт использования Tekla другими компаниями по всему миру для создания подобных конструкций.

В программе Tekla Structures были воспроизведены самые мельчайшие детали конструкции, что максимально приблизило расчётную модель к реальному объекту строительства.

Сейчас башня используется для цифрового теле- и радиовещания, мобильной телефонной связи и навигационных систем. Кроме того в башне открыты более 300 бутиков, рестораны, аквариум, планетарий и театр.

5. Выводы

Tekla Structures представляет собой очень мощный программный комплекс, предоставляющий большие возможности для проектирования любых видов зданий и сооружений. Он позволяет создавать детальные BIM модели, помогая инженерам принимать более обоснованные решения о конструкции и интегрировать процессы с раннего этапа разработки концепции и дизайна, до изготовления и монтажа. Также в нем присутствует широкий спектр инструментов для анализа. Рисование проекта становится быстрее и эффективнее с такими функциями, как автоматическая постановка размеров. Он поставляется с обширной библиотекой компонентов, как для стали, так и бетона. Tekla Structures может похвастаться превосходным отображением модели и компонентов.

Организация данных проекта Tekla Structures, которая отделяет модель от чертежей, но все еще делает их частью одной центральной базы данных, является очень умным решением проблемы размера файла. Даже для сложных моделей с большим количеством геометрических и аналитических данных, размеры файлов остаются небольшими, и нет никакого существенного понижения в быстродействии работы приложения.

Учитывая силу и сложность приложения, неудивительно, что оно непростое в освоении. В программе существует опция подсказки, которая позволяет понять, для чего нужна та или иная функция. Но, к сожалению, это не всегда помогает. Для такого случая в программе есть хорошо составленная и понятная справка. А на официальном сайте выложены видео уроки, которые помогут изучить все самые важные функции данной программы.



Рис. 10 Модель телебашни в программе Tekla Structures

В конце хотелось бы отметить, что это та программа, в которой хочется работать. Колоссальные возможности проектирования и моделирования, совместимость с другими программными комплексами, обширные базы данных компонентов, автоматическое создание чертежей, управление проектом – все это Tekla Structures. Программа, которая точно стоит того, чтобы ее изучить.

Литература

1. Yongjun Hea, Xuhong Zhoua, Xiaotong Zhanga. Finite element analysis of the elastic static properties and stability of pretensioned cylindrical reticulated mega-structures // *Thin-Walled Structures*. 2012. Vol. 60. Pp. 1–11.
2. Tenga J. G., Yub T, Fernandoc D. Strengthening of steel structures with fiber-reinforced polymer composites // *Journal of Constructional Steel Research*. 2012. Vol. 78. Pp. 131–143.
3. Design basis of Lithuanian steel and aluminium structure codes and their relations to Eurocode // Daniūnas A., Kvedaras A. K., Šapalas A., Šaučiuvėnas G. // *Journal of Constructional Steel Research*. 2006. Vol. 62, Pp. 1250–1256.
4. Chan S. L. Non-linear behavior and design of steel structures // *Journal of Constructional Steel Research*. 2001. Vol. 57. Pp. 1217–1231.
5. Arama S., Eastmanb C., Sacksc R. Requirements for BIM platforms in the concrete reinforcement supply chain // *Automation in Construction*. 2006. [in press, corrected proof].
6. Barlish K., Sullivan K. How to measure the benefits of BIM — A case study approach // *Automation in Construction*. 2012. Vol. 24. Pp. 149–159.
7. Songa S., Yanga J., Kimb N. Development of a BIM-based structural framework optimization and simulation system for building construction // *Computers in Industry*. 2012. Vol. 63. Pp. 895–912.
8. Юрченко В. В. Проектирование каркасов зданий из тонкостенных холодногнутох профилей в среде «SCAD office» // *Инженерно-строительный журнал*. 2010. № 8. С. 38-46.
9. Гордеева А. О., Ватин Н. И. Расчетная конечно-элементная модель холодногнутого перфорированного тонкостенного стержня в программно-вычислительном комплексе SCAD Office // *Инженерно-строительный журнал*. 2011. № 3. С. 36-46.
10. Лалин В. В., Константинов И. А., Лалина И. И. Десять лет использования программы SCAD в учебном процессе по дисциплинам строительная механика, теория упругости и динамика сооружений // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2012. № 5. С. 21-25.
11. Теплых А. В. Применение оболочечных и объемных элементов при расчетах строительных стальных конструкций в программах SCAD и NASTRAN с учетом геометрической и физической нелинейности // *Инженерно-строительный журнал*. 2011. № 3. С. 4-20.
12. Интегрированная система для расчета и проектирования несущих конструкций зданий и сооружений SCAD Office. Новая версия, новые возможности / Перельмутер А.В., Криксунов Э. З., Карпиловский В. С., Маляренко А. А. // *Инженерно-строительный журнал*. 2009. № 2. С. 10-12.
13. Арсеньев Д. Г., Ватин Н. И., Высоцкий А. Е. Международная политехническая летняя школа "Civil Engineering and Design" в СПбГПУ // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2012. № 5. С. 1-5.

14. Ватин Н. И., Синельников А. С. Большепролетные надземные пешеходные переходы из легкого холодногнутого стального профиля // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. № 1. С. 47-53.
15. Жмарин Е. Н. Международная ассоциация легкого стального строительства // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. № 2. С. 27-30.
16. Рыбаков В. А., Недвига П. Н. Эмпирические методы оценки несущей способности стальных тонкостенных просечно-перфорированных балок и балок со сплошной стенкой // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 8. С. 27-30.
17. Смазнов Д. Н. Устойчивость при сжатии составных колонн, выполненных из профилей из высокопрочной стали // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 3. С. 42-49.
18. Ватин Н. И., Рыбаков В. А. Расчет металлоконструкций: седьмая степень свободы // Стройпрофиль. 2007. № 2. С. 60.
19. Лалин В. В., Рыбаков В. А. Конечные элементы для расчета ограждающих конструкций из тонкостенных профилей // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 8. С. 69-80.
20. Tekla Structures [web source] URL:www.tekla.com (date of reference 18.07.2013)