



## ➤ AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL 2014 – УДОБНЫЙ ИНСТРУМЕНТ УЧЕТА "ЖИВУЧЕСТИ" СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### Введение

На современном рынке САПР существует множество программных продуктов для расчета и анализа строительных конструкций. Одним из наиболее распространенных является Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014. Этот продукт компании Autodesk предоставляет проектировщикам полный набор инструментов для расчета и анализа конструкций зданий любого размера и сложности, позволяет организовать непрерывный рабочий процесс и обеспечивает взаимодействие с Autodesk Revit Structure, расширяя применение технологии информационного моделирования зданий (BIM) и давая инженерам возможность быстрее выполнять комплексные расчеты и анализ конструкций.

### Методика моделирования аварий

Очень часто при проектировании встает вопрос о том, каким образом возможно учесть «живучесть» строительных конструкций. Под «живучестью» понимают свойство конструкции сохранять общую несущую способность при локальных

разрушениях, вызванных природными и техногенными воздействиями в течение некоторого времени.

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014 позволяет выявлять наиболее нагруженный элемент и моделировать его отказ, полностью или частично выводя его из строя. В результате может быть получена конструкция с перераспределением усилий. Вводя в расчеты временной и вероятностный факторы, можно смоделировать на компьютере аварию.

Ниже приведена методика моделирования возможных вариантов обрушений лучевой-хордовой арки [1] в Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014. Лучевая-хордовая арка — это стропильная конструкция (рис. 1), элементы которой соединены между собой системой затяжек.

Исходными для анализа будут служить следующие данные: пролет  $L = 18$  м, стрела подъема  $H = 5$  м, нагрузка на каждый узел  $F = 1$  кН (рис. 1).

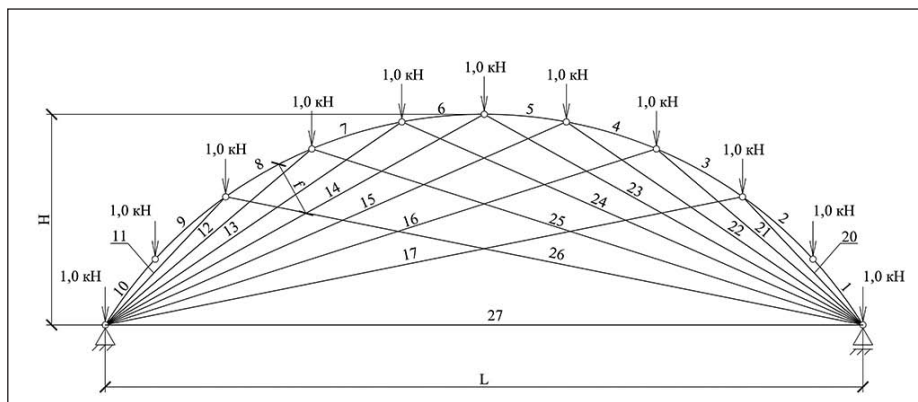


Рис. 1. Схема стропильной конструкции с пролетом  $L$ , высотой  $H$ , стрелой подъема  $f$

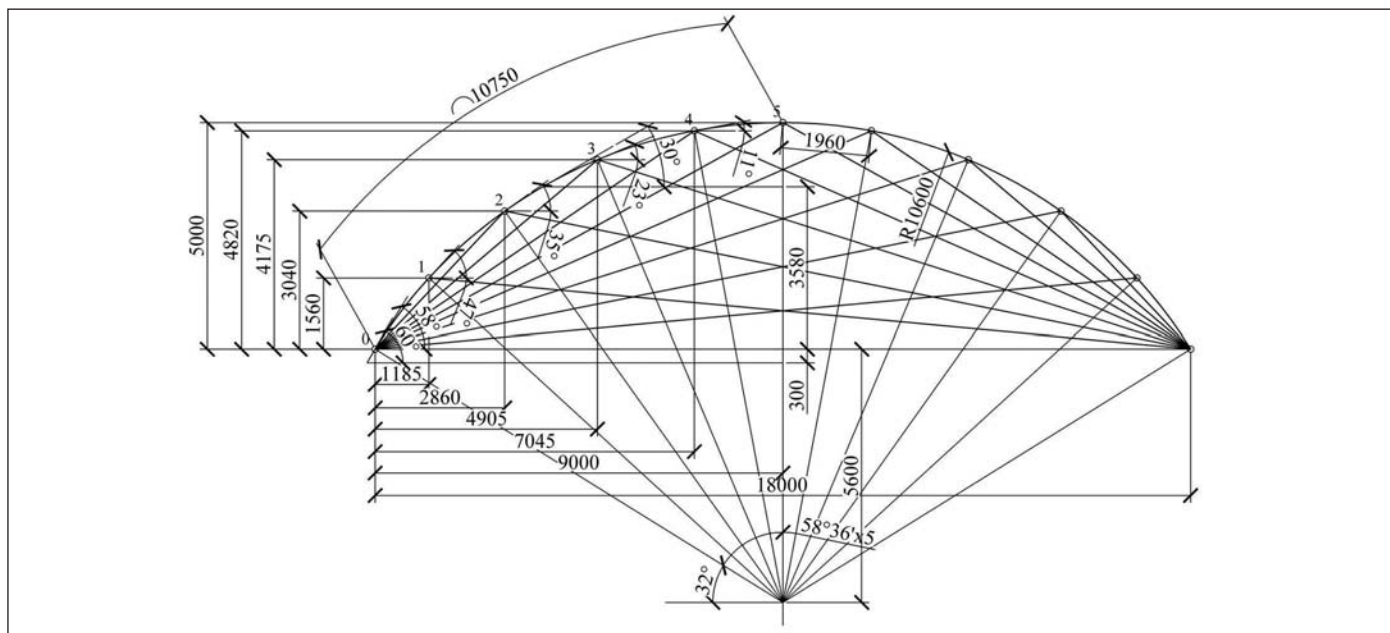


Рис. 2. Геометрические параметры расчетной схемы для программного комплекса

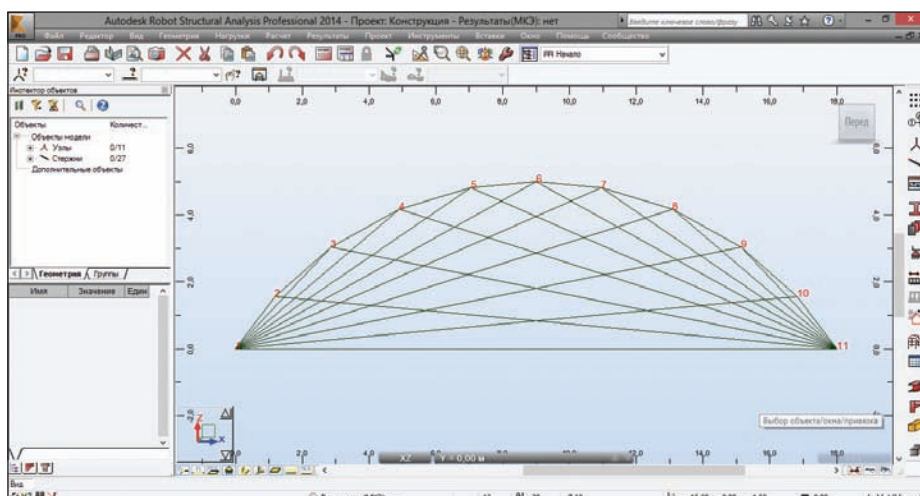


Рис. 3. Расчетная схема в программном комплексе

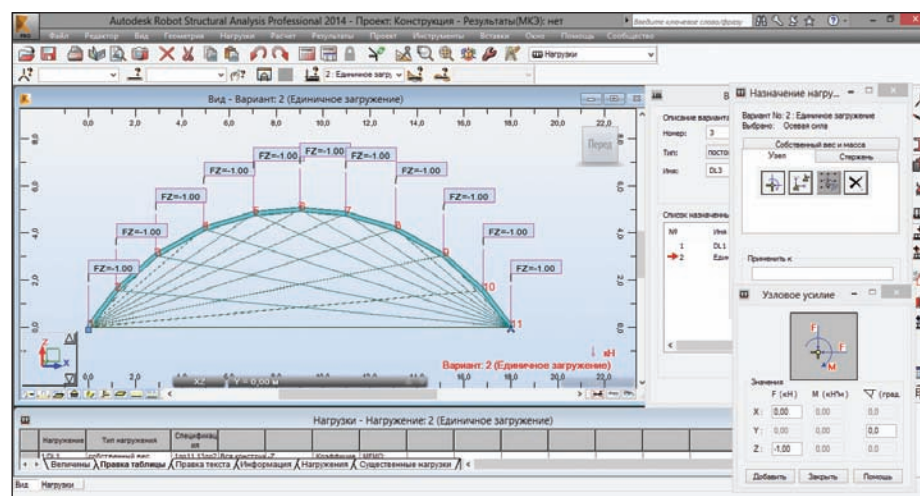


Рис. 4. Нагружение схемы

Для создания в программном комплексе расчетной схемы сначала необходимо посчитать координаты характерных точек конструкции (рис. 2).

Модель расчетной схемы задается с помощью команд *Узлы* и *Стержни* путем описания координат точек и соединения их с помощью стержней (рис. 3).

С помощью команды *Опоры* выполняется назначение опор: левая – шарнирно-неподвижная (запрещаются перемещения UX и UZ), правая – шарнирно-подвижная (запрещаются перемещения UZ). С помощью команды *Сечение стержня* стержням самой арки из базы назначаются ДШ 20х1 по СТО АСЧМ 20-93, затяжкам – КРУГ 30 по ГОСТ 2590-88. В *Свойствах стержней* нужно изменить материал – Сталь С245 и определить необходимые защемления каждого стержня. Далее, переходя в раздел *Нагрузки*, необходимо создать новые загрузки: *Собственный вес* и *Единичное нагружение* (рис. 4).

После задания всех параметров необходимо выполнить расчет полученной схемы. Его результаты показаны на рис. 5. Далее путем исключения из схемы наиболее нагруженных затяжек моделируются аварии (рис. 5). Полученные результаты перераспределения работы элементов конструкции представлены в табл. 1.

Благодаря полученным результатам о распределении усилий при возможных локальных обрушениях от единичной нагрузки можно запроектировать конструкцию таким образом, чтобы при раз-

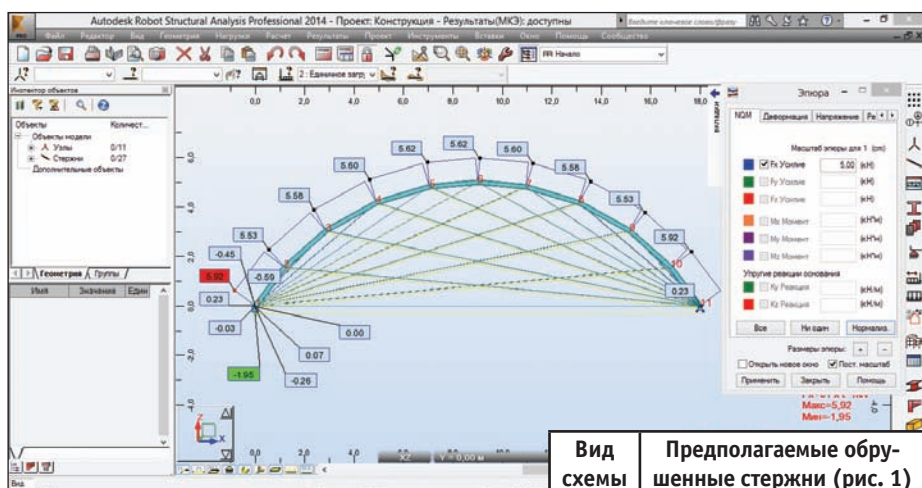


Таблица 1

Рис. 5. Эпюра усилий N (кН) от единичного нагружения

рушении каких-либо элементов не происходило полное обрушение системы. Анализ полученных результатов свидетельствует, что конструкция лучевой-хордовой арки «живуча». В дальнейшем планируется решение задачи по оптимизации этого рода систем с помощью упомянутого выше расчетного комплекса.

### Заключение

С помощью подобного рода методики можно смоделировать любую аварию как в реальных, так и в проектируемых системах, а благодаря удобной и быстрой работе программного продукта Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014 сделать это достаточно просто.

### Литература

1. Ибрагимов А.М., Кукушкин И.С., Анализ «живучести» лучевой арки // Промышленное и гражданское строительство, № 8, 2013, с. 63-65.
2. Ибрагимов А.М., Кукушкин И.С., Стропильная конструкция – лучевая-хордовая арка // Промышленное и гражданское строительство, № 9, 2013 (в печати).
3. Назаров Ю.П., Городецкий А.С., Симбиркин В.Н. К проблеме обеспечения живучести строительных конструкций при аварийных воздействиях [Текст] // Строительная механика и расчет сооружений, № 4, 2009, с. 5-9.

*Игорь Кукушкин,  
специалист CSoft Иваново,  
аспирант Ивановского государственного  
политехнического университета  
Тел.: (4932) 33-3698  
E-mail: i.kukushkin@ivanovo.csoft.ru*

Вид схемы	Предполагаемые обру- шенные стержни (рис. 1)	Эпюра усилий N (кН)
1	№ 27	
2	№ 27, 17	
3	№ 27, 17, 20	
4	№ 27, 17, 20, 26	
5	№ 27, 17, 20, 26, 25	
6	№ 27, 17, 20, 26, 25, 24	

# Программные комплексы Autodesk

## Выберите подходящий для ваших задач программный комплекс

Программные комплексы Autodesk обеспечивают полную реализацию рабочего процесса для конкретных задач – проектирования зданий, разработки промышленных изделий, создания виртуальной реальности и т.п. В рамках единого, удобного и экономически выгодного решения пользователи получают продукты и облачные службы Autodesk для проектирования и визуализации, обладающие богатой функциональностью и высоким уровнем совместимости.



## AUTODESK® INFRASTRUCTURE DESIGN SUITE 2014

Программное решение для проектирования инфраструктуры и коммунальных сетей, объединяющее в себе инструменты для планирования, проектирования, строительства и управления объектами.

