

Трансляция геометрических моделей геодезических оболочек в нейтральный SAT формат

А.Я. Лахов

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация: Представлено описание методов обмена информацией между CAD и CAE системами. Приведено описание модульной системы проектирования и расчета на прочность геодезических оболочек GeoTran. Прямая трансляция геометрических моделей из ArchiCAD в Patran/Nastran/Dytran имеет недостатки. Предложено реализовать трансляцию геометрических моделей в нейтральный SAT формат. Разработан транслятор геометрических моделей одноконтурных геодезических оболочек из ArchiCAD в SAT формат. Транслятор позволяет автоматизировать обмен информацией между CAD системой ArchiCAD и различными CAE системами, предназначенными для прочностных расчетов.

Ключевые слова: обмен данными между CAD и CAE системами, нейтральный файл, форматы SAT и OBJ, геодезические оболочки, трансляция геометрических моделей.

Для проектирования строительных объектов в настоящее время применяются развитые CAD системы, как зарубежные (ArchiCAD, AutoCAD, Revit и др.), так и российские (КОМПАС, bCAD, T-FLEX CAD). Для расчета на прочность и устойчивость используются мощные CAE комплексы, как зарубежные (Nastran, Ansys, DesignSpace и др.), так и российские (APM Civil Engineering, T-FLEX Анализ, nanoCAD Механика).

В области САПР строительных объектов реализуется концепция BIM (Building Information Modeling) [1,2], предполагающая объединение в информационной модели здания всех подсистем и использование библиотек параметрических объектов. В области расчета на прочность стремятся выполнять комплексный анализ всего здания или сооружения, а не отдельных его элементов.

В настоящее время в ННГАСУ разработана CAD-CAE система модульного типа, основанная на библиотеке Geodome Library - сферических оболочек с геодезической разбивкой на элементы, предназначенная для проектирования геодезических куполов классической разбивки и расчета геодезических куполов в Patran/Nastran/Dytran на различные виды

воздействий (расчеты на собственный вес, снеговую, ветровую и взрывную нагрузки)[3].

Обмен информацией между системой проектирования ArchiCAD и системой расчета на прочность MSC Software Patran/Nastran основывается на прямой трансляции по схеме OBJ – SES файл препроцессора Patran[4]. Поэтому для выполнения прочностных расчетов можно использовать только одну расчетную систему.

Для обеспечения возможности выполнения прочностных расчетов в других расчетных системах обмен данными о геометрических моделях между CAD и CAE системами может быть основан на использовании промежуточного нейтрального формата (например, ArchiCAD - SAT - APM Civil Engineering) [5,6]. В этом случае уменьшается число необходимых трансляторов для обмена данными между CAD и CAE системами (См. Рис.1.).

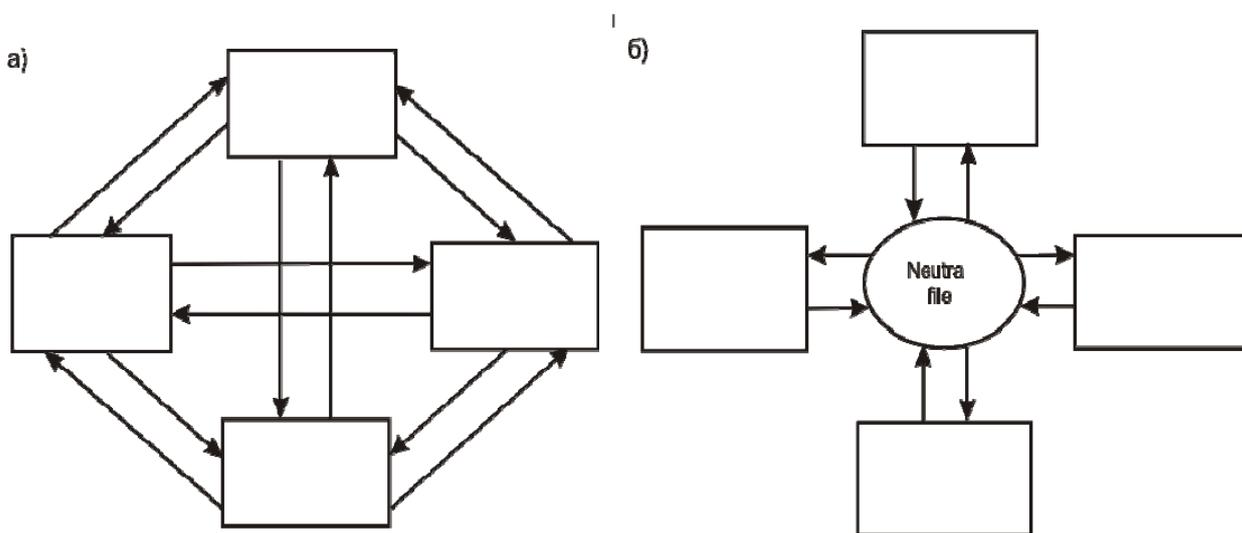


Рис. 1. – Структура обмена данными между CAD и CAE системами: а) прямая трансляция , б) трансляция с нейтральным файлом

Существует три класса нейтральных файлов: файлы институтов стандартов (IGES, STEP), файлы графических систем (ACIS – SAT, Parasolid), файлы специализированных приложений (STL, VRML, VDAFS).

SAT (Standard ACIS Text - стандартный текст ACIS) - файл автоматизированного проектирования (CAD - файл). 3D-модель, сохраняемая в формате моделирования твердых тел ACIS от Spatial хранит информацию о трехмерной геометрической фигуре в стандартном текстовом файле.

SAT файл состоит из секции заголовка и секции данных. Секция заголовка содержит номер версии, общее число строк, число сущностей, идентификатор программы, создавшей файл, версию ACIS, дату создания, параметры точности модели.

Первая строка в секции данных должна содержать сущность body (тело), остальные строки могут описывать другие сущности. Файл в SAT формате описывает топологию и геометрию модели. Топологию описывают сущности: body, lump, shell, face, loop, coedge, edge, vertex. Геометрию описывают сущности: surface, curve, point. Строка сущности содержит идентификатор типа сущности, данные сущности и терминатор.

Например, body \$1 \$2 \$-1 \$-1 #

где body – тип, \$1 и \$2 – указатели на строки с номерами 1 и 2, \$-1 – указатель на null, # - терминатор, завершающий запись строки.

В SAT формате использую следующие обозначения: body – тип тела, lump – тип части, shell – тип оболочки, face – тип грани, loop – тип контура, coedge – тип последовательные ребра, edge – тип ребра, vertex – тип вершина, surface – тип поверхности, curve – тип линии, point – тип точки.

SAT файл может сохранять 3D объекты, ограниченные плоскостями. Пример задания плоскости - plane-surface \$-1 -1 -1 \$-1 0 0 40 0 0 1 1000 0 0 forward_v I I I I #, где (0,0,40) –это начальная точка, (0,0,1) – первый вектор нормали, (1000,0,0) – второй вектор параллельный плоскости. Оба вектора имеют начало в точке (0,0,0)[7,8].

OBJ – это простой текстовый формат данных, который представляет только 3D геометрические объекты, определяемые, положением каждой

вершины, текстурой, связанной с вершиной, нормалью в каждой вершине, параметрами грани. Вершина в файле OBJ формата задается символом *v*, после которого идут три числа обозначающие расположение точки в пространстве (O_x , O_y , O_z). Грань в файле формата OBJ задается символом *f*, обозначающий что далее идет описание грани в виде последовательности индексов вершин (не менее трех)[9,10].

Используя характеристики форматов OBJ и SAT был разработан транслятор геометрических моделей геодезических оболочек на языке программирования Visual Basic 2013, читающий геометрическую модель в OBJ формате и генерирующий геометрическую модель в SAT формате. Был использован синтаксически ориентированный подход: выделение структуры входной последовательности символов и выполнение семантических действий при распознавании определенных нетерминалов.

На первом этапе работы программа анализирует файл формата OBJ. Она находит координаты вершин и записывает их в массивы чисел $X[i]$, $Y[i]$ и $Z[i]$. Далее определяется количество поверхностей, которое содержит в себе эта геометрическая модель. Для этого подсчитывают количество всех строк в OBJ файле, которые начинаются с символа *f*.

На втором этапе в SAT файл записывается заголовок, версии, количество сущностей и количество строк в создаваемом SAT файле. Заголовок является обязательной частью любого файла SAT. Количество поверхностей определяются при анализе исходного OBJ файла. Далее вычисляют количество строк в будущем SAT файле.

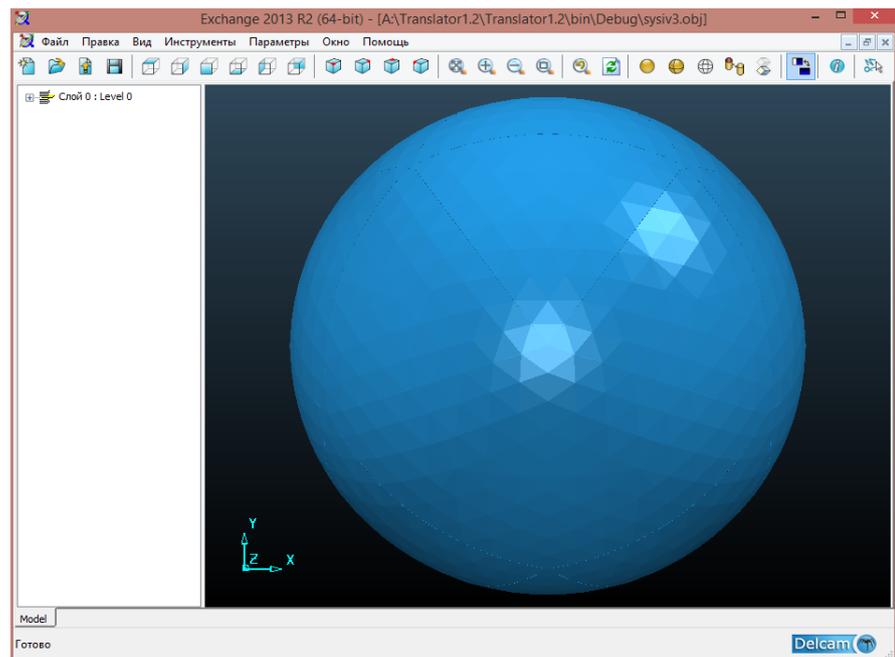


Рис. 2 – Исходная геометрическая модель OBJ формата в программе Exchange 2013 R2

На третьем этапе работы программы происходят расчеты параметров 3D объектов, представляющих плоские грани исходной модели, и формируются строки для записи в SAT файл. Все грани преобразуются в 3D многогранники. Для этого плоским граням добавляется толщина, равная 0,0005. Затем сформированные строки, содержащие грани и все вспомогательные сущности, записываются в результирующий файл SAT формата.

Технология использования транслятора TranslatorOBJ-SAT предполагает следующие действия: создание исходной геометрической модели в ArchiCAD, сохранение созданной модели в OBJ формате (См. Рис. 2), конвертирование модели с помощью программы TranslatorOBJ-SAT, проверка полученного файла SAT формата (См. Рис. 3).

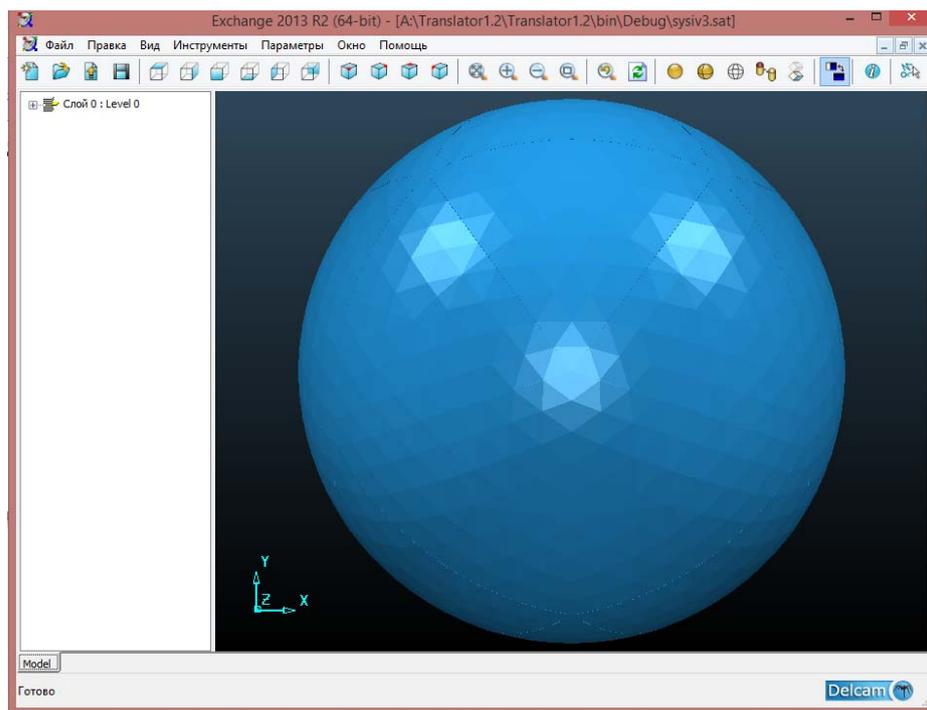


Рис. 3 –Результирующая геометрическая модель SAT формата

Выводы

Представлено описание методов обмена информацией между CAD и CAE системами. Приведено описание модульной системы проектирования и расчета на прочность геодезических оболочек GeoTran. Указано, что прямая трансляция геометрических моделей из ArchiCAD в Patran/Nastran/Dytran имеет недостатки. Предложено реализовать трансляцию геометрических моделей в нейтральный SAT формат. Разработан транслятор OBJ формат-SAT формат на языке VisualBasic. Данный транслятор позволяет автоматизировать обмен информацией между CAD системой ArchiCAD и различными CAE системами, предназначенными для прочностных расчетов.

Литература

1. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М: ДМК Пресс, 2011, 392 с.

2. Технология BIM для архитекторов. Autodesk Revit Architecture 2010. Официальный учебный курс (+ CD-ROM). Редактор: Д. Мовчан ДМК Пресс 608 с.
3. Лахов А.Я. Визуализация разрушений геодезических куполов при взрывном воздействии // Инженерный вестник Дона, 2014, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2333.
4. Лахов А.Я. Трансляция геометрических моделей двухконтурных геодезических оболочек// Инженерный вестник Дона, 2013, № 3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1805.
5. Rappoport A. An architecture for universal CAD data exchange.//SM'03, June 16-20, 2003, Seattle, Washington, USA, - pp.266-269.
6. Housmand M., Mokhar A. Introducing a road-map to implement the universal manufacturing platform using the methodology of axiomatic design. // Proceeding of ICAD 2009 The Fifth Int. Conference on Axiomatic Design. Campus de Caprica - March 25-27, 2009, ICAD 2009 - 06. pp. 1-8.
7. SATSaveFileFormat URL: paulbourke.net/dataformats/sat/sat.pdf
8. ACIS 3D Toolkit. SAT Format. Spatial technology. 123435678.1234 1989–1998, Version 4.0, 4/98, 265 p.
9. Object Files (obj) URL: martinreddy.net/gfx/3d/OBJ.spec
10. ObjectFiles (.obj) URL: paulbourke.net/dataformats/obj/

References

1. Talapov, V.V. Osnovy BIM: vvedenie v informacionnoe modelirovanie zdaniy [BIM basics: an introduction to building information modelling]. M: DMK Press, 2011, 392 p.
2. Tehnologija BIM dlja arhitektorov. Autodesk Revit Architecture 2010. Oficial'nyj uchebnyj kurs (+ CD-ROM) [BIM technology for architects. Autodesk Revit Architecture 2010. Official training course (+CD-ROM)]. Redaktor: D. Movchan, DMK Press, 608 p.

3. Lakhov A.Ya. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2333.
4. Lakhov A.Ya. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1805.
5. Rappoport A. An architecture for universal CAD data exchange. SM'03, June 16-20, 2003, Seattle, Washington, USA, - pp.266-269.
6. Housmand M., Mokhar A. Introducing a road-map to implement the universal manufacturing platform using the methodology of axiomatic design. Proceeding of ICAD 2009 The Fifth Int. Conference on Axiomatic Design. Campus de Caprica - March 25-27, 2009, ICAD 2009 - 06. pp. 1-8.
7. SATSaveFileFormat URL: paulbourke.net/dataformats/sat/sat.pdf
8. ACIS 3D Toolkit. SAT Format. Spatial technology. 123435678.1234 1989–1998, Version 4.0, 4/98, 265 p.
9. Object Files (obj) URL: martinreddy.net/gfx/3d/OBJ.spec
10. ObjectFiles (obj) URL: paulbourke.net/dataformats/obj/