УДК: 004.42:514 DOI: 10.37279/2413-1873-2021-21-107-114

ТРАНСЛЯЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОДНОКОНТУРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КУПОЛОВ ИЗ ARCHICAD В НЕЙТРАЛЬНЫЙ STEP ФОРМАТ

Лахов А.Я.[1], Лахов К.А.[2]

[1] Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Нижний Новгород, Ильинская ул., 65, alakhov99@gmail.com
[2] Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
г. Нижний Новгород, просп. Гагарина, 23, корп. 1, kirill.9992@gmail.com

Аннотация. Представлено описание методов обмена информацией между CAD и CAE системами. Первый метод - с использованием прямой трансляции, второй метод – с использованием нейтральных форматов. Приведено описание модульной системы GeoTran проектирования и расчета на прочность и устойчивость одноконтурных и двухконтурных геодезических оболочек. Прямая трансляция геометрических моделей из ArchiCAD в Patran/Nastran/Dytran имеет недостаток, заключающейся в необходимости разработки трансляторов для каждой схемы обмена данными. Предложено реализовать трансляцию геометрических моделей в нейтральный STEP формат, при которой уменьшается количество необходимых трансляторов. Отмечено, что STEP формат распознается различными CAE системами, реализующими метод конечных элементов (Autodesk Mechanical Desktop, Bentley Microstation, CATIA V4, CATIA V5, MSC Patran/Nastran, UGS PLM Solutions NX). Приведены результаты изучения характеристик форматов OBJ, используемого для сохранения геометрической модели в CAD системе ArchiCAD, и STEP формата, используемого для обмена данными с CAE системами. Разработан транслятор геометрических моделей одноконтурных геодезических оболочек из ArchiCAD в STEP формат на языке программирования Visual Basic. При этом применялся синтаксически ориентированный подход. Транслятор имеет графический интерфейс пользователя, облегчающий его применение. Транслятор позволяет автоматизировать обмен информацией между CAD системой ArchiCAD и различными CAE системами, предназначенными для прочностных расчетов и поддерживающими импорт из STEP формата. В качестве примера, выполнена проверка применимости транслятора для обмена данными о геометрических моделях одноконтурных геодезических куполов с треугольными пластинами между ArchiCAD и программой конвертером Delcam Exchange. Продемонстрировано, что файл STEP формата, генерируемый транслятором OBJSTEPTranslator, распознается внешней программой.

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

ВВЕДЕНИЕ

Геодезические купола – это разновидность сферических куполов, которые при разбивке сферы на элементы используют только геодезические линии, т.е. линии большого круга. Различают одноконтурные геодезические купола, состоящие из пластин различной формы, и двухконтурные геодезические купола, в которых к пластинчатому контуру добавляется второй стержневой контур [1]. Для вычисления параметров разбивки больших геодезических куполов с большими частотами применяется ряд известных программных средств.

В настоящее время широко применяются CAD системы при проектировании строительных объектов. Например, зарубежные (ArchiCAD, AutoCAD, Revit) и российские (КОМПАС, bCAD, T-FLEX CAD). Для прочностных расчетов строительных объектов используются мощные CAE комплексы. Например, зарубежные (Nastran, Ansys, DesignSpace) и российские (APM Civil Engineering, T-FLEX Анализ, nanoCAD Механика).

В ННГАСУ разработана CAD-CAE система модульного типа, ориентированная на библиотеку Geodome Library[2] – 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 методом конечных элементов) [3]. Для прочностных расчетов кристаллических куполов используют и метод конечных разностей [4].

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 [5]. При этом для выполнения прочностных расчетов можно использовать только одну расчетную систему – Pataran/Nastran.

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, DXF [6] или STEP [7]). В этом случае уменьшается число необходимых трансляторов для обмена данными между CAD и CAE системами (См. Рис.1.).

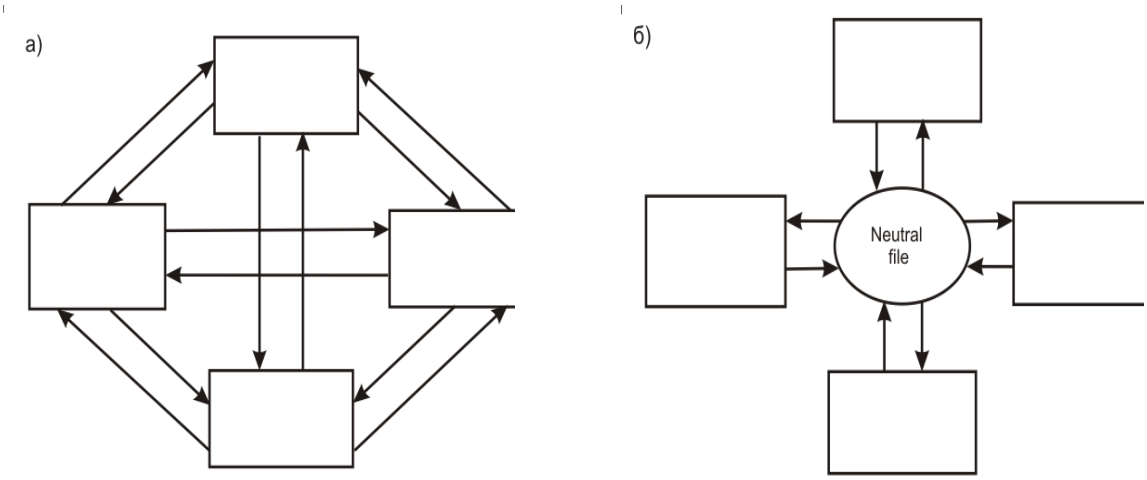

Рис. 1. Схема обмена данными между CAD и CAE системами: а) прямая трансляция, б) трансляция с нейтральным файлом.
Fig. 1. Data exchange scheme between CAD and CAE systems: a) direct conversion, b) conversion with a neutral file.

Существует различные нейтральные форматы (универсальные форматы обмена данными между информационными системами): форматы институтов стандартов (IGES, STEP), форматы графических систем (ACIS – SAT, Parasolid), форматы специализированных приложений (STL, VRML, VDAFS).

Формат STEP поддерживается большим количеством производителей ПО (Autodesk Mechanical Desktop, Bentley Microstation, CATIA V4, CATIA V5, MSC Patran/Nastran, UGS PLM Solutions NX) [8]. Поэтому использование STEP в качестве нейтрального формата может значительно повысить универсальность данной системы проектирования и расчета геодезических куполов.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

По нейтральному STEP формату имеется большое количество публикаций. Их можно разделить на ряд направлений: 1) работы об особенностях STEP формата, 2) сравнение форматов IGES и STEP, 3) обмен данными между CAD/CAE системами с использованием STEP формата, 4) дальнейшее развитие STEP формата (учет характеристик, параметров и ограничений).

К первому направлению относится работа Feeney A. B. И др. [9], в которой говорится о STEP формате как международном стандарте для обеспечения обмена данными между различными компьютерными системами. В работе Marjudi S. и др. [10] говорится, что STEP основан на принципах: 1) сохранения данных о всем жизненном цикле продукта, 2) хранения данных в модели прикладного уровня отдельно от общей информации о форме, 3) использования формального языка для определения структур данных (EXPRESS).

Ко второму направлению относится работа Bhandarkar M. P. [11] в которой рассматривается проблема конвертирования 3D данных из IGES в STEP формат в соответствии с протоколом AP202. В документе [12] приводится спецификация IGES формата. В работе Marjudi S. и др. [10] говорится, что структура и топология геометрии в STEP такая же как в IGES.

К третьему направлению относится работа Shin Y. И др. [13], в которой рассказывается об интеграции гетерогенных CAD баз данных через интернет с использованием формата STEP. В работе Spitzy S. и др. [14] говорится о двух парадигмах обмена информацией: 1) геометрической парадигме, 2) параметрической парадигме. При использовании граничного представления тел (Brep) объект может переходить из исходной системы в целевую в формате STEP.

К четвертому направлению относится работа Marchenko M.И др. [15], в которой говорится о новом методе извлечения и визуализации всей параметрической информации в 3D CAD моделях, STEP формат используется для обмена информацией о 3D моделях. В работе Pratt M. J.и др. [16] говорится о современных работах по расширению формата STEP для учета параметризованных моделей с геометрическими ограничениями, при этом выделяется два направления: 1) добавление дополнительных типов данных, 2) обмен данными в процедурном виде, т.е. в виде последовательности команд конструирования.

МЕТОД ТРАНСЛЯЦИИ В STEP ФОРМАТ

STEP (STandard for the Exchange of Product model data**)** формат основан на модели ссылок, которая приводит к ряду тематических моделей, формально определенном языке EXPRESS и структуре файла STEP. Для использования языка EXPRESS применяют прикладные протоколы (AP), которые определяют представление информации о продуктах для приложений. Может хранить информацию о геометрии и дополнительную информацию о характеристиках продуктов [11].

Файл STEP состоит из 2 частей – HEADER и DATA [10]. Структура файла STEP содержит основные сущности для обмена информацией.

Каждая определенная сущность характеризуется набором атрибутов, которые могут быть значениями определенных типов. STEP файл состоит из набора экземпляров определенных типов. Каждый экземпляр имеет уникальный идентификатор – целое число с предшествующим символом #. Каждый экземпляр состоит из имени типа (в верхнем регистре), скобки, списка значений атрибутов, определяющего этот экземпляр и закрывающейся скобки. Если атрибуты имеют простые типы, то они задаются явно (real, integer, …). Некоторые атрибуты могут иметь значение, определенное в другом экземпляре данного файла, в этом случае они определяется через идентификатор. Например, неограниченная линия может определяться в терминах точки и направления [17].

Например, треугольная грань может быть представлена так [18]:

```
#2359144 = FACE_SURFACE(',(#2359150),#2359145,.T.);
#2359145 = PLANE(',#2359146);
#2359146 = AXIS2_PLACEMENT_3D(',#2359147,#2359148,#2359149);
#2359147 = CARTESIAN_POINT(',(6.525690078735,4.408679962158, -11.11690044403));
#2359148 = DIRECTION(',(0.238627661246,-0.89478112513,0.377390483981));
#2359149 = DIRECTION(',(-0.964060798003,-0.171531943693,0.202888072708));
#2359150 = FACE_OUTER_BOUND(',#2359151,.T.);
#2359151 = POLY_LOOP(',(#2359152,#2359153,#2359154));
#2359152 = CARTESIAN_POINT(',(6.525690078735,4.408679962158, -11.11690044403));
#2359153 = CARTESIAN_POINT(',(6.107540130615,4.334280014038, -11.02890014648));
#2359154 = CARTESIAN_POINT(',(6.103960037231,4.317719936371, -11.06589984893));
```

Прикладные протоколы AP применимы к отдельному классу продуктов. В них на языке EXPRESS описаны модели данных, применимые в различных областях, например AP214 (ядро данных для автомобильной промышленности) или AP203 (конструкция с управляемой конфигурацией). В AP203 описана передача твердых тел. В CAD-системах трансляторы, обычно, поддерживают подмножество AP214, которое совпадает с AP203 [19]. AP203 предназначен для передачи формы моделей продуктов. Форма моделей продуктов в AP203 есть явная параметрическая модель граничного представления связанных типов.

OBJ – является текстовым форматом, который представляет только 3D геометрические объекты в виде граней. Грани определяются положением каждой вершины, текстурой, связанной с вершиной, нормалью в каждой вершине. Вершина в файле OBJ формата задается символом v, после которого идут три числа обозначающие расположение точки в пространстве (Ox, Oy, Oz). Грань в файле формата OBJ задается символом f, обозначающим, что далее идет описание грани в виде последовательности индексов вершин (не менее трех).

Например, треугольная грань может быть задана так:

```
v 0.342 0.222 0.423
v 0.342 0.444 0.423
v 0.555 0.222 0.423
f 1 2 3
```

РЕАЛИЗАЦИЯ ТРАНСЛЯТОРА OBJSTEP

Используя характеристики форматов OBJ и STEP был разработан транслятор геометрических моделей геодезических оболочек на языке программирования Visual Basic 2017, читающий геометрическую модель в OBJ формате и генерирующий геометрическую модель в STEP формате. Был использован синтаксически ориентированный подход: выделение структуры входной последовательности символов и выполнение семантических действий при распознавании определенных нетерминалов [20].

Алгоритм работы программы-транслятора геометрических моделей начинается с открытия OBJ файла. Далее выполняется инициализация переменных, которые будут использоваться в программе в дальнейшей работе. Среди этих переменных объявляется объект StreamWriter, который будет записывать построчно данные в STEP-файл. Далее, считываются координаты вершин и индексы граней, выполняется запись координат вершин и индексов граней в соответствующие структуры, объявленные в программном коде.

На следующем этапе выполняется формирование заголовка STEP-файла (HEADER), который содержит, в том числе, используемый протокол, имя автора, время и т.д. Далее идет формирование основной части step-файла (DATA). Первые строчки заполняются общей информацией. В том числе, устанавливается цвет, система координат и т.д.

Далее выполняется перебор массивов с объектами, содержащими координаты вершин, инициализируются вершины в STEP-файле. На следующем шаге выполняется перебор двумерного массива, содержащего первым ключом номер грани, вторым - номер вершины. В самом массиве хранятся индексы вершин, которые образуют данную грань. Результатом перебора данного двумерного массива станет заполнение STEP-файла ключевыми словами для создания плоскостей, добавлении линий, вычислении нормали и создании поверхности в STEP-файле.

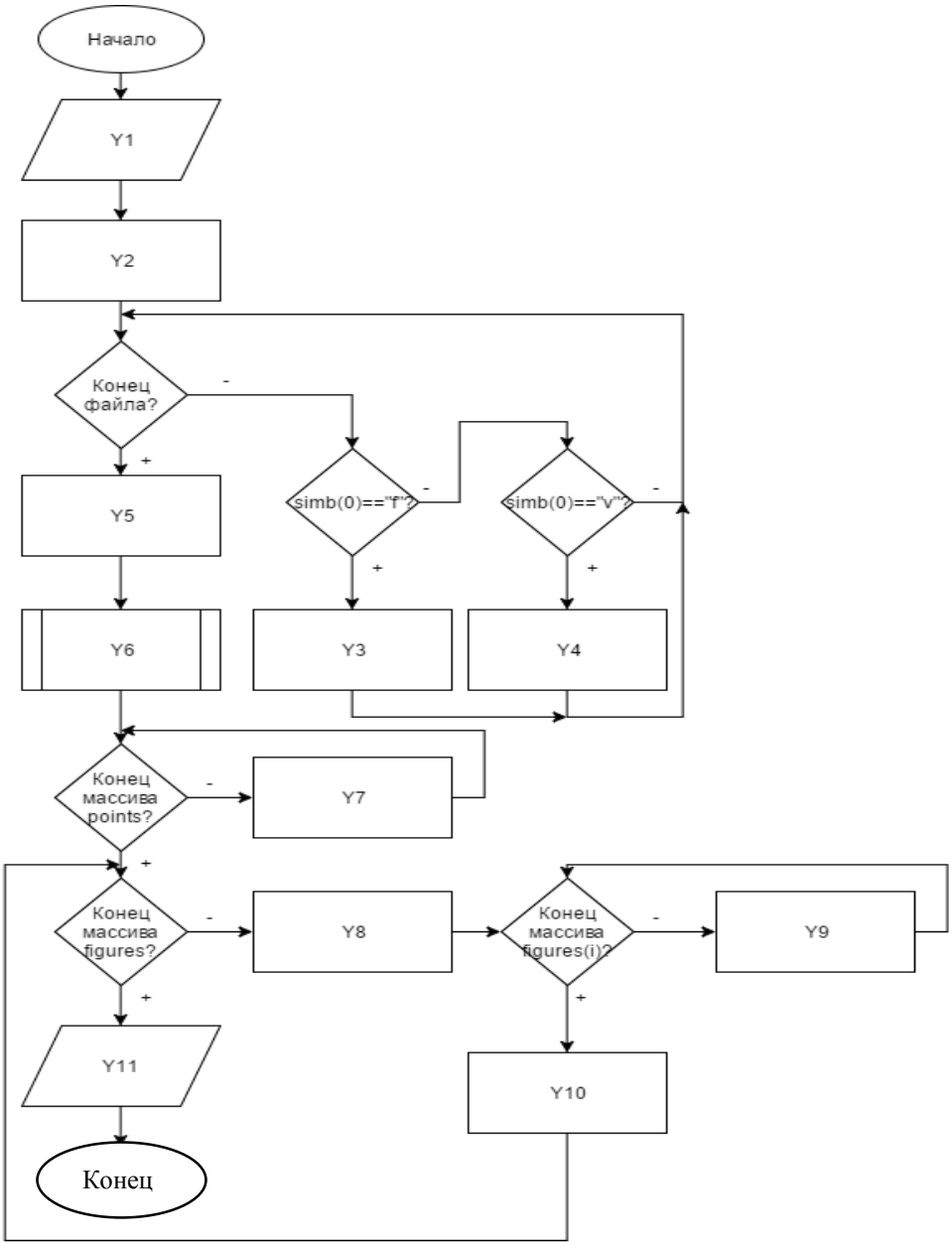

Рис. 2. – Блок-схема программы-транслятора
Fig. 2. Chart-diagram of the translator program

В завершении, добавляется указание на конец STEP-файла, закрываются все потоки.

Общий алгоритм программы-транслятора приведен в виде блок-схемы на рис. 2 и табл. 1, содержащей семантические правила.

Таблица 1. Семантические правила
Table 1. Semantic rules

№	Содержание правила
Y1	Открытие .obj-файла
Y2	Объявление и инициализация переменных, массивов и потока на запись файла
Y3	Заполнение двумерного массива figures, в котором хранятся номера вершин, принадлежащих этой поверхности.
Y4	Создание объекта класса Point, содержащего координаты, считанные из вершины .obj файла. Добавление созданного объекта в лист points.
Y5	Инициализация переменной cur. Служит для глобального обозначения номера текущей строки в STEP файле.
Y6	Вызов процедуры добавления заголовка в STEP файл. Вызов процедуры добавления технической информации в STEP файл. Аргументами передается ссылка на поток записи.
Y7	Добавление вершин в STEP файл. Добавление объекта класса Vertex. Инициализация координатами из объекта Point. Добавление созданного объекта в список, содержащий объекты класса Vertex
Y8	Инициализация списка, содержащего объекты класса Line.
Y9	Добавление в STEP файл линии и сопровождающей её информации. Используется процедура AddLine.
Y10	Добавление поверхности и сопровождающей её информации.
Y11	Добавление окончания STEP файла. Закрытие созданного STEP файла. Вывод информации об окончании трансляции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Технология использования транслятора OBJSTEPTranslator предполагает следующие этапы:

1) создание исходной геометрической модели в ArchiCAD,

2) сохранение созданной модели в OBJ формате (см. Рис. 3),

3) конвертирование модели с помощью программы OBJSTEPTranslator (см. Рис. 4),

4) проверка полученного файла STEP формата (см. Рис. 5).

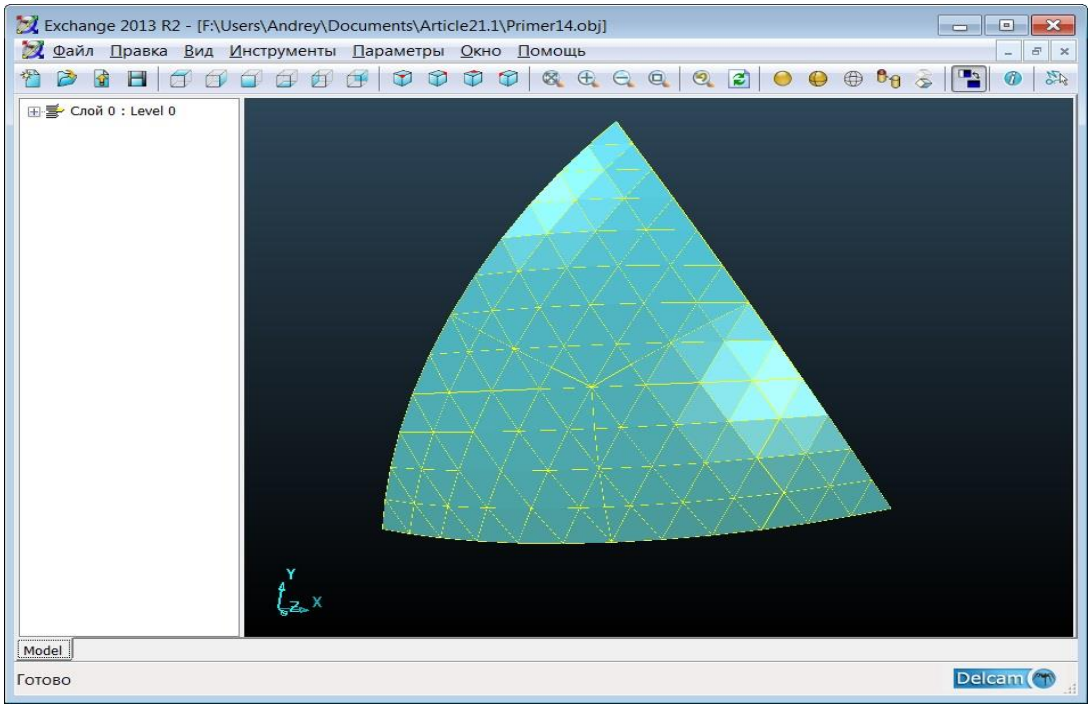

Рис. 3. Исходная геометрическая модель OBJ формата.
Fig. 3. The original geometric model of the OBJ format.

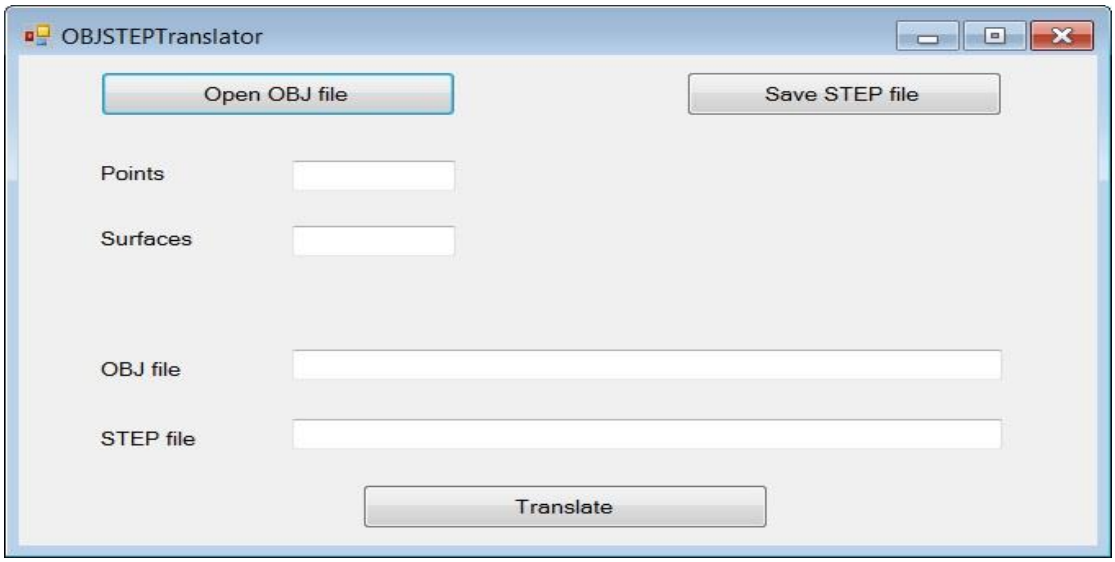

Рис. 4. Графический интерфейс пользователя OBJSTEPTranslator.
Fig.4. OBJSTEPTranslator Graphical User Interface

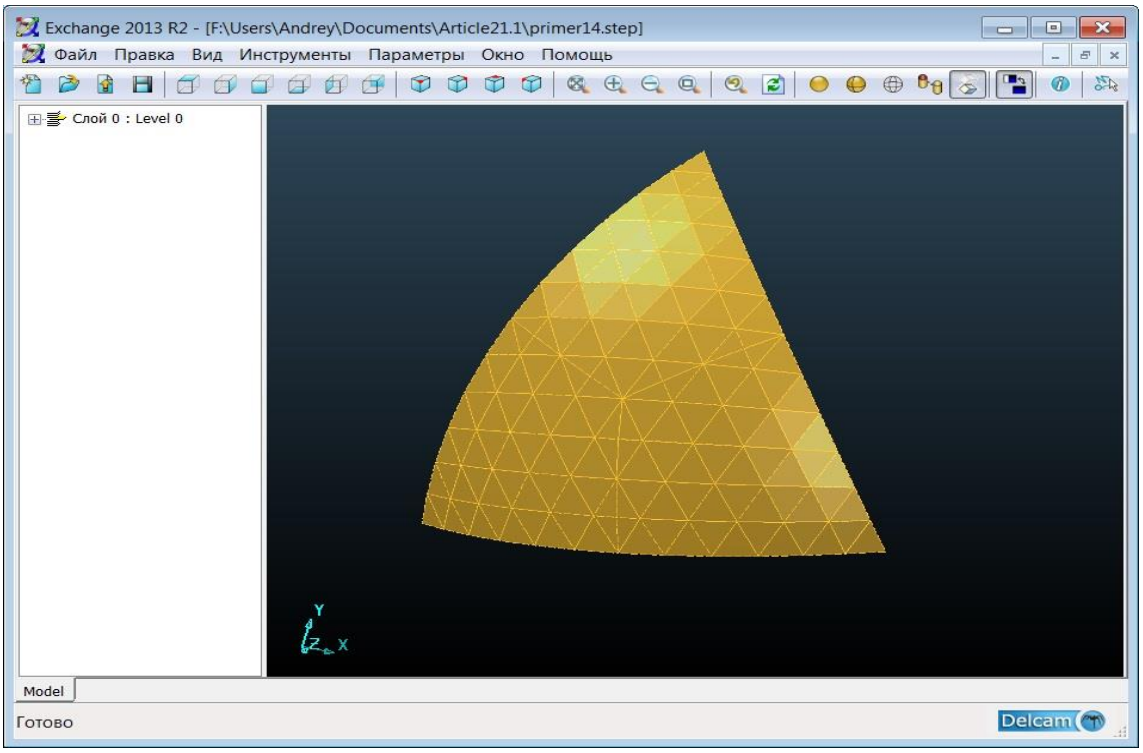

Рис. 5. Результирующая геометрическая модель STEP формата.
Fig. 5. The resulting geometric model of the STEP format.

Для реализации 3 этапа необходимо запустить программу OBJSTEPTranslator и выполнить следующие действия. При нажатии на кнопку «Открыть .obj-файл» открывается диалог выбора файла в проводнике. После выбора файла программа рассчитает количество точек и поверхностей, содержащихся в .obj файле и выведет их значения в соответствующих полях. В поле .obj-файл появится полный путь к исходному файлу. После открытия .obj файла кнопка для сохранения .step файла становится активной. После нажатия на нее пользователь перемещается в диалог для выбора пути сохранения файла в .step формате. После выбора, путь к step-файлу появляется в соответствующем поле интерфейса программы и активируется кнопка трансляции. При нажатии на эту кнопку запускается трансляция и, после её завершения, пользователь оповещается об успешной трансляции с помощью диалогового окна с информацией.

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 STEP формат. Изучены форматы обмена данными OBJ и STEP. Разработан транслятор OBJ формат - STEP формат на языке VisualBasic. Поставленная задача – разработка транслятора OBJSTEPTranslator решена. Данный транслятор позволяет автоматизировать обмен информацией между CAD системой ArchiCAD и различными CAE системами, предназначенными для прочностных расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов Г.Н. Автоматизация архитектурного проектирования геодезических куполов и оболочек: Монография / Г.Н. Павлов, А.Н. Супрун. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2006, 162 с.
2. Лахов А.Я. База данных GEOD библиотечных объектов ArchiCAD геодезических куполов // Труды научно-практической конференции 15 Архитектурно-строительного форума. 2017, Нижний Новгород, С. 42-45.
3. Лахов А.Я. Система проектирования и расчета геодезических куполов с открытой архитектурой: Монография / А.Я. Лахов. - Воронеж, 2015, 150 с.
4. Скуратов С.В., Скидан А.А., Кеворков А.Э. Расчет треугольных обшивок многогранных сетчатых куполов // Строительство и техногенная безопасность. № 15(67) – 2019 С. 21-24.
5. Лахов А.Я. Трансляция геометрических моделей двухконтурных геодезических оболочек // Инженерный вестник Дона. Электрон. журн. 2013, № 3. Режим доступа: http:// ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1805 (дата обращения 12.05.2021)
6. Крысько А.А. Геометрическое и компьютерное моделирование криволинейных поверхностей мембранных покрытий на прямоугольном плане // Строительство и техногенная безопасность №18(70) – 2020 С. 97-106.
7. Rappoport A. An architecture for universal CAD data exchange. SM’03, June 16-20, 2003, Seattle, Washington, USA, - pp.266-269.
8. STEP-application-handbook-63006-PDES-Inc.pdf URL: https://www.scribd.com/doc/155451229/STEP-Application-Hdbk-63006-BF. 181 p.
9. Feeney A. B., Price D. M. Modular architecture for STEP. National Institute of Standards and Technology. pp. 1-7.
10. Marjudi S., Amran M. F. M., Abdullah K. A., Widyarto S., Majid N. A. A., Sulaiman R. A Review and Comparison of IGES and STEP. World Academy of Science, Engineering and Technology 62 2010, pp. 1013-1017.
11. Bhandarkar M. P., Downie B., Hardwick M., Nagi R. Migrating from IGES to STEP: one to one translation of IGES drawing to STEP drafting data. Computers in Industry 41 2000. pp. 261–277.
12. Initial Graphics Exchange Specification 5.3 US PRO. 650 p.
13. Shin Y., Han S.-H., Bae D.-H. Integrated of heterogeneous CAD databases using Step and internet. June 200. Decision support Systems 28(4) pp. 365-379.
14. Spitzy S., Rappoport A. Integrated Feature-Based and Geometric CAD Data Exchange. ACM Symposium on Solid Modeling and Applications (2004) G. Elber, N. Patrikalakis, P. Brunet (Editors) pp. 1-8.
15. Marchenko M., Behrens B.-A., Wrobel G., Scheffle R., Plesow M. A New Method of Visualization and Documentation of Parametric Information of 3D CAD Models. Computer-Aided Design & Applications, 8(3), 2011, pp. 435-448.
16. Pratt M. J., B. D. Anderson A shape modelling applications programming interface for the STEP standard. Computer-Aided Design 33 (2001) pp. 531-543.
17. J. Kim, M. J. Pratt, R. G. Iyer, R. D. Sriram Standardized data exchange of CAD models with design intent. Compuer-aided design 40(7) July 2008 pp. 760-777.
18. STEPFiles (.stp) URL: paulbourke.net/ dataformats/step/
19. Pratt, M. J. 2001. Introduction to ISO 10303 — the STEP standard for product data exchange, ASME J. Computing & Information Science in Engineering. March, 2001, pp. 102 – 103.
20. Карпов Ю.Г. Теория и технология программирования. Основы построения трансляторов. СПб: БХВ-Петербург – 2005, 272 с.

REFERENCES

1. Pavlov G. N. Avtomatizaciya arhitekturnogo proektirovaniya geodezicheskih kupolov i obolochek [Automation of architectural design of geodesic domes and shells] / G. N. Pavlov, A. N. Suprun. – N.Novgorod: NNGASU, 2006, -162 p. (In Russian).
2. Lakhov A. Y. GEOD database of library objects ArchiCAD of geodesic domes. Proceedings of the scientific and practical conference of the 15th Architectural and Construction Forum. 2017, Nizhny Novgorod, pp. 42-45. (In Russian).
3. Lakhov A. Y. Sistema proektirovaniya i rascheta geodezicheskih kupolov s otkrytoj arhitekturoj [System of design and analysis of geodesic domes with open architecture] / A. Y. Lakhov, Voronezh, 2015. 150 p. (In Russian).
4. Skuratov S. V., Skidan A. A., Kevorkov A. E. Calculation of triangular coverings of polyhedral mesh domes. Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'. No. 15 (67) - 2019 pp. 21-24. (In Russian).

5. Lakhov A. Y. Translation of geometric models of double-contour geodesic shells. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, No. 3. http:// ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1805 (date of access12.05.21). (In Russian).

6. Krysko A. A. Geometric and computer modeling of curved surfaces of membrane coatings on a rectangular plan. Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'. No. 18 (70) - 2020 pp. 97-106. (In Russian).

7. Rappoport A. An architecture for universal CAD data exchange. SM'03, June 16-20, 2003, Seattle, Washington, USA, - pp.266-269.

8. STEP-application-handbook-63006-PDES-Inc.pdf URL: https://www.scribd.com/doc/155451229/STEP-Application-Hdbk-63006-BF. 181 p.

9. Feeney A. B., Price D. M. Modular architecture for STEP. National Institute of Standards and Technology. pp. 1-7.

10. Marjudi S., Amran M. F. M., Abdullah K. A., Widyarto S., Majid N. A. A., Sulaiman R. A Review and Comparison of IGES and STEP. World Academy of Science, Engineering and Technology 62 2010, pp. 1013-1017.

11. Bhandarkar M. P., Downie B., Hardwick M., Nagi R. Migrating from IGES to STEP: one to one translation of IGES drawing to STEP drafting data. Computers in Industry. 41 2000. pp. 261–277.

12. Initial Graphics Exchange Specification 5.3 US PRO. 650 p.

13. Shin Y., Han S.-H., Bae D.-H. Integrated of heterogeneous CAD databases using Step and internet. June 200. Decision support Systems 28(4) pp. 365-379.

14. Spitzy S., Rappoport A. Integrated Feature-Based and Geometric CAD Data Exchange. ACM Symposium on Solid Modeling and Applications (2004) G. Elber, N. Patrikalakis, P. Brunet (Editors) pp. 1-8.

15. Marchenko M., Behrens B.-A., Wrobel G., Scheffle R., Plesow M. A New Method of Visualization and Documentation of Parametric Information of 3D CAD Models. Computer-Aided Design & Applications, 8(3), 2011, pp. 435-448.

16. Pratt M. J., B. D. Anderson A shape modelling applications programming interface for the STEP standard. Computer-Aided Design. 33 (2001) pp. 531-543.

17. J. Kim, M. J. Pratt, R. G. Iyer, R. D. Sriram Standardized data exchange of CAD models with design intent. Compuer-aided design 40(7) July 2008 pp. 760-777.

18. STEPFiles (.stp) URL: paulbourke.net/ dataformats/step/

19. Pratt, M. J. 2001. Introduction to ISO 10303 — the STEP standard for product data exchange, ASME J. Computing & Information Science in Engineering. March, 2001, pp. 102 – 103.

20. Karpov Yu. G. Teoriya i tekhnologiya programmirovaniya. Osnovy postroeniya translyatorov [Theory and technology of programming. Fundamentals of building translators]. Saint Petersburg: BHV-Petersburg-2005- 272 p. (In Russian).

TRANSLATION OF GEOMETRIC MODELS OF SINGLE-CONTOUR GEODESIC DOMES FROM ARCHICAD TO A NEUTRAL STEP FORMAT

Lakhov A.Y. [1], Lakhov K.A. [2]

[1] Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
65 Ilinskaya str., Nizhny Novgorod, e-mail– alakhov99@gmail.com
[2] Lobachevsky National Research State University of Nizhny Novgorod,
Nizhny Novgorod, 23 Gagarina ave., bldg. 1, e-mail– kirill.9992@gmail.com

Abstract. The methods of data exchange between CAD and CAE systems are described. The first method is using direct conversion; the second method is using neutral formats. The description of the modular system for designing and analysis the strength and stability of single-contour and double-contour geodesic shells GeoTran is given. The direct translation of geometric models from ArchiCAD to Patran/Nastran / Dytran has the disadvantage of having to develop translators for each data exchange scheme. It is proposed to implement the translation of geometric models in a neutral STEP format, which reduces the number of required translators. It is noted that the STEP format is recognized by various CAE systems that implement the finite element method (Autodesk Mechanical Desktop, Bentley Microstation, CATIA V4, CATIA V5, MSC Patran/Nastran, UGS PLM Solutions NX). The characteristics of the OBJ format used for storing a geometric model in the ArchiCAD CAD system and the STEP format used for data exchange with CAE systems are studied. A translator of geometric models of single-contour geodesic shells from ArchiCAD to STEP format in the Visual Basic programming language has been developed. For this purpose a syntactically oriented approach was used. The translator has a graphical user interface that makes it easier to use. The translator allows you to automate the exchange of data between the ArchiCAD CAD system and various CAE systems designed for strength analysis and supporting import from the STEP format. The applicability of the translator for the exchange of data on geometric models of single-contour geodesic domes with triangular plates between ArchiCAD and the Delcam Exchange converter program is verified. It is demonstrated that the STEP file format generated by the OBJSTEPTranslator is recognized by an external program.

Key words: data exchange between CAD and CAE systems, neutral file, STEP and OBJ formats, geodesic shells, translation of geometric models.