



А.И. Сергеев<sup>1</sup>, Д.О. Фирстов<sup>2</sup>

## ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В САПР НА ПРЕДМЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫБОРА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

(<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», <sup>2</sup>Альметьевский филиал ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ»)

Обмен данными между системами автоматизированного проектирования (САПР) является ключевой задачей для обеспечения концепции CALS-технологии. Надежный обмен данными в процессе проектирования, с использованием информационных технологий на всех этапах жизненного цикла значительно сокращает время выхода продукции на рынок и общую стоимость разработки.

Выделяют две области передачи данных в САПР - это горизонтальная и вертикальная передача данных.

Горизонтальная передача данных происходит между двумя САД-системами, где ставится задача изменения геометрической модели. В процессе передачи геометрической информации между САД-системами выявляется ряд проблем, связанных с особенностями моделирования в той или иной системе. В процессе преобразования модели из одного формата в другой исчезают эскизы, геометрические связи между элементами объекта, а, следовательно, 3D-модель представляется без истории проектирования (дерева построения) и без возможности редактирования ранее созданных элементов [1].

Вертикальная передача данных происходит между САД-системой и САМ/САЕ-системами, где входной информацией является геометрическая модель. В этом случае не стоит задача редактирования ранее созданного объекта. Но в настоящее время модель детали может содержать в себе не только геометрическую, но и технологическую информацию об изделии, передача которой упрощала бы процесс подготовки производства.

Общими требованиями для обоих случаев передачи данных является достоверность созданной 3D-модели.

Существуют два основных подхода для передачи информации между различными САПР. Одним из них является перевод данных из одной системы в другую с помощью встроенных трансляторов (функция экспорта/импорта), а другой с использованием нейтрального, стандартного формата передачи данных.

В большинстве современных САПР реализована возможность экспорта/импорта с помощью трансляторов. В их базовом функционале реализовано до 30 трансляторов перевода в различные форматы файлов.

Если эти 3D-модели должны быть доступны для инженеров, у которых не имеется требуемой САПР, то есть возможность использовать нейтральные форматы.



Для обмена 3D-моделями разработано множество нейтральных форматов (STEP, IGES, X\_T, 3DXML, JT и 3D PDF). Каждый из них обладает своими свойствами, такими как точность, размер файла и другие (таблица 1) [2]. Однако, как было отмечено выше, использование нейтрального формата передачи данных в САПР приводит к потере информации о построении.

Таблица 1. Оценка возможностей нейтральных форматов

Область применения	STEP	3D XML	JT	3D PDF
Просмотр	*	**	***	***
Обмен данными	***	*	**	*
Цифровой макет	*	**	***	*
Документирование и архивирование	**	*	**	***
Переносимый PLM-документ	*	*	*	***

Лидерство (32 %) в обмене данными принадлежит нейтральному формату STEP. С учетом 21 % использования формата CATIA V5, на долю обоих приходилось более чем 50 % объема обмена данными. Доли других CAD-платформ в качестве основного формата обмена данными распределялись так: 15 % - SolidWorks; 6 % - NX, Autodesk Inventor, 3D PDF; 3 % - JT, Rhino, DWG; 0 % - Pro/ENGINEER и IGES [3, 4].

Преимущество использования нейтрального формата обмена информацией STEP, обусловлено его открытостью, стандартизованностью и возможностью применения в собственных инженерных решениях.

Разработка универсального стандарта STEP (Standard for the Exchange of Product model data) ведется с 1983 г. Данный формат получил статус международного и регламентирован совокупностью стандартов ISO 10303. Целью является определение формы для однозначного представления машинно-ориентированных данных об изделии и обмен этими данными в течении всей жизни изделия [5]. Стандарт состоит из многих частей, которые до настоящего времени полностью не разработаны.

Основой описания объектов и классов в этом формате является язык EXPRESS. Для однозначного понимания информации содержащейся в формате STEP вводятся прикладные протоколы. Прикладным протоколом в STEP называют информационную модель определенного приложения, которая описывает с высокой степенью полноты множество сущностей, имеющих в приложении, вместе с их атрибутами и выражена средствами языка EXPRESS.

Текстовый файл формата содержит структурированное описание топологии поверхностей геометрической модели, а также некоторые другие атрибуты, в частности, технологические параметры. Структура текстового файла формата STEP стандартизована. Тестовый файл формата начинается со строки ISO-10303-21 и заканчивается строкой END-ISO-10303-21. Между этими записями



заклучено тело формата. Первая, заголовочная, часть файла открывается записью «HEADER» и заканчивается «ENDSEC» здесь находится информация о самом файле. Далее следует секция «DATA». Структура секции такова, что строки обозначаются символом # и порядковым номером. После идентификационного номера строки следует ключевое слово и его атрибуты (рисунок 1).

```
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION('STEP AP214',
  '1');
FILE_NAME('Deram',
  '
  ('UNSPECIFIED'),
  ('UNSPECIFIED'),
  'ASCON STEP Converter 1.3',
  'ASCON Math Kernel',
  '');
FILE_SCHEMA('AUTOMOTIVE_DESIGN { 1 0 10303 214 3 1 1}');
ENDSEC;

DATA;
#1=SHAPE_REPRESENTATION('NONE',(#2),#6);
#2=AXIS2_PLACEMENT_3D ('',#3,#4,#5);
#3=CARTESIAN_POINT('',(0.,0.,0.));
#4=DIRECTION ('',(0.,0.,1.));
#5=DIRECTION ('',(1.,0.,0.));
#6=(GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT(3)GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT((#8))
GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT((#7,#9,#10))REPRESENTATION_CONTEXT('NONE','NONE'));
#7=(LENGTH_UNIT(NAMED_UNIT(*)SI_UNIT(MILLI.,METRE.));
#8=UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT(LENGTH_MEASURE(1.E-005),#7,'NONE','NONE');
#9=(NAMED_UNIT(*)PLANE_ANGLE_UNIT()SI_UNIT($,RADIANT.));
#10=(NAMED_UNIT(*)SI_UNIT($,STERADIAN.)SOLID_ANGLE_UNIT());
#11=SHAPE_DEFINITION_REPRESENTATION(#12,#1);
#12=PRODUCT_DEFINITION_SHAPE('NONE','NONE',#13);
#13=PRODUCT_DEFINITION('','UNSPECIFIED',#14,#17);
#14=PRODUCT_DEFINITION_FORMATION_WITH_SPECIFIED_SOURCE('ANY','UNSPECIFIED',#15,NOT_KNOWN.);
#15=PRODUCT('','Deram','NONE',(#20));
#16=PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY('detail',,(#15));
#17=DESIGN_CONTEXT('detailed design',#18,'design');
#18=APPLICATION_CONTEXT('configuration controlled 3d designs of mechanical parts and assemblies');
#19=APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION('international standard','automotive design',
2011,#18);
#20=MECHANICAL_CONTEXT('NONE',#18,'mechanical');
#21=CC_DESIGN_DATE_AND_TIME_ASSIGNMENT(#22,#26,(#13));
#22=DATE_AND_TIME(#23,#24);
#23=CALENDAR_DATE(0,1,1);
#24=LOCAL_TIME(0,0,0.#25);
#25=COORDINATED_UNIVERSAL_TIME_OFFSET(0,0,AHEAD.);
#26=DATE_TIME_ROLE('creation_date');
#27=CC_DESIGN_APPROVAL(#28,(#13));
```

Рисунок 1 - Файл в формате STEP

Файлы в формате STEP, полученные в разных САПР, отличаются друг от друга, но логика связей, ключевые слова и их атрибуты остаются неизменными [6]. Реализация алгоритма по чтению текстового формата STEP по идентификаторам строки, позволяет определить типы поверхностей, с помощью которых образована деталь. На основе данных, взятых из формата STEP, возможно в автоматическом режиме определить конструкторские элементы детали, что позволяет реализовать автоматический выбор режущего инструмента.

Сформулируем научную гипотезу: имея в наличии 3D-модель изделия в формате STEP, содержащую помимо геометрической и технологическую информацию, мы можем, используя методы искусственного интеллекта, автоматически подобрать режущий инструмент, что позволит значительно сократить время разработки технологического процесса.



Доказательство или опровержение данной гипотезы будет являться предметом научного исследования.

### Литература

1. Об эффективности обмена информацией между САПР // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. Райкин Л.И. [и др.]. 2014. № 2 (3). — Режим доступа: URL: <http://7universum.com/en/tech/archive/item/1034> (дата обращения: 15.02.2018).
2. Dr. Arnulf Frohlich Сравнение 3D-форматов. Исследование компании PROSTEP / Frohlich Dr. Arnulf // CAD/CAM/CAE Observer. - №4, 2011. – С. 53-62.
3. Малюх, В. Proficiency — параметрические инструменты для трансляции данных. Isicad, № 73 (8), 2010 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=13930](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=13930) (дата обращения: 15.02.2018).
4. Малюх, В. Форматы данных: кто виноват и как с этим бороться? Isicad, № 79 (2), 2011 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=14227](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14227) (дата обращения: 15.02.2018).
5. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы: ГОСТ Р ИСО 10301-1-99. – Введ. 1999-09-22. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. - 16 с.
6. Крайнов, В.В. Анализ формата передачи данных STEP. / В.В. Крайнов, М.В. Пономарёв, И.Н. Фролова // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. - №5, 2013. – С. 129-134.

М.А. Ситникова

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВСТРАИВАНИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАРКЕРОВ

(Самарский национальный исследовательский университет  
им. академика С.П. Королева)

Что такое дополненная реальность? Каким образом используется дополненная реальность в онлайн приложениях? Возможно ли встраивание дополненной реальности в веб-приложения? При помощи какого инструмента это можно реализовать? Именно этот круг вопросов рассматривается в настоящей работе.

Сам термин «дополненная реальность» был предложен исследователем корпорации Boeing Томом Коделом в 1990 году. Существует несколько опреде-