

УДК 681.51  
К 53

## ВЫБОР УНИВЕРСАЛЬНОГО СТАНДАРТА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Н. Р. Кнырик, ст. преп.;  
Ю. К. Король, магистрант

*Национальный университет кораблестроения, г. Николаев*

**Аннотация.** Рассмотрены распространенные стандарты хранения проектной информации в интегрированных системах. Выполнена их оценка и выбран самый оптимальный стандарт для построения сложной информационной системы.

**Ключевые слова:** информационные системы, стандарты, IGES, STEP ISO 10303.

**Анотація.** Розглянуто найпоширеніші стандарти зберігання проектної інформації в інтегрованих системах. Виконано їх оцінку та вибрано оптимальний стандарт для побудови складної інформаційної системи.

**Ключові слова:** інформаційні системи, стандарти, IGES, STEP ISO 10303.

**Abstract.** The most widespread standards of storage of project information in the computer-integrated systems are considered. They are estimated and the most optimal standard is chosen for the complex informative system design.

**Keywords:** informative systems, standards, IGES, STEP ISO 10303.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Современное производство основано на интенсивном обмене электронными моделями не только на уровне отдельных подразделений, но и между предприятиями-подрядчиками, работающими над общим заказом. В настоящий момент на большинстве предприятий используются одновременно две и более САПР с различным набором прикладных CAD/CAM/CAE модулей, каждый из которых имеет собственный формат хранения данных.

Существует множество пакетов программного обеспечения (ПО) для проектирования судов. Каждый разработчик такого ПО разрабатывает свои стандарты для обеспечения наибольшей эффективности работы своего программного

продукта и хранения специфической информации, такой, как текстура или цвет поверхности и т. д. Такое разнообразие стандартов затрудняет совместную работу в разных САПР над одним проектом.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ И ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В течение длительного времени ощущается необходимость в таких форматах обмена данными, которые позволяли бы интегрировать проектные данные, созданные в разных программах, в один файл, который затем можно было бы использовать в различных приложениях. Поскольку данные применяются в разных целях, то и представлены они должны быть

в различных формах. Например, данные, необходимые для визуализации макета очень сложного узла (большой объем), отличаются от данных, необходимых для создания управляющей программы обработки сложной поверхности (математическая точность). Существуют четыре способа обмена данными между приложениями.

Самое простое решение — использование одного и того же формата для всех программ. Как правило, это формат приложения, в котором данные создаются. Этот подход работает в том случае, когда все приложения создаются одним разработчиком. Однако многие задачи в цепочке проектирования не требуют такой степени детализации данных, которую предлагает единый формат. В результате инженерный процесс оказывается перенасыщенным избыточными данными [1].

Второй способ основан на применении прямых трансляторов, с помощью которых данные из формата одной системы конвертируются в формат другой. Например, файл Pro/ENGINEER преобразуется в формат системы CATIA V5. Решение этой задачи, как минимум, достаточно проблематично. В лучшем случае получается больше данных, чем нужно, а в худшем — некоторые элементы транслируются с искажениями или вообще исчезают. Разработчики систем мало работают над упрощением трансляции данных между конкурирующими приложениями [1].

Третий способ ориентируется на стандартные форматы. Трансляторы переводят CAD-данные в форматы, которые являются отраслевыми стандартами, в частности IGES и STEP [3, 6]. Однако здесь остается нерешенной проблема различного описания геометрических элементов в каждой из систем.

Четвертый способ базируется на применении гибкого формата, кото-

рый может вмещать данные различных систем проектирования и обеспечивать все приложения цепочки всей информацией, необходимой для каждого из них. Это реализовано компанией UGS в формате JT (и компанией «Autodesk» в формате DWF) [2].

**ЦЕЛЬЮ РАБОТЫ** является исследование основных характеристик наиболее часто используемых форматов обмена данными между разными САПР и обоснование выбора универсального стандарта для хранения проектной информации в интегрированных системах, использующих ПО разных производителей.

## ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

На данный момент самым распространенным стандартом для переноса информации из одного пакета в другой является **STL** (от англ. stereolithography) — формат файла, широко используемый для хранения трехмерных моделей объектов для применения в технологиях быстрого прототипирования, обычно методом стереолитографии. Информация об объекте хранится как список треугольных граней, которые описывают его поверхность, и их нормалей. STL-файл может быть текстовым (ASCII) или двоичным [4].

Главное достоинство данного формата — его совместимость почти с любой САПР. На данный момент почти все разработчики ПО для трехмерного проектирования встраивают возможность работы с данным форматом в свое ПО.

Однако у этого формата есть и недостатки:

- невысокая точность геометрии;
- большой объем файла для сложных моделей;

- формат описывает только поверхность трехмерных объектов, не учитывая цвет, текстуру и другие общие для CAD-моделей параметры.

Данный стандарт применим на этапе создания набросков, но не подходит для завершающего этапа проектирования.

Вторым универсальным стандартом является IGES (**Digital Representation for Communication of Product Definition Data** — цифровое представление для коммуникации данных определения продукта). Это двумерный/трехмерный векторный формат графики, использующийся многими CAD-программами.

При помощи IGES в CAD можно передавать круговые диаграммы, каркасы моделей, поверхности любой формы или представления сплошных моделей. Приложения, поддерживающие IGES, включают в себя инженерную графику, аналитические модели и прочие производственные функции.

Одна из уникальных характеристик IGES-стандарта — то, что он был первым ANSI-стандартом, документирующимся при помощи самого себя. С версии 4.0 все технические иллюстрации для печатной версии стандарта генерировались из IGES-файлов. Электронная система верстки (LaTeX) интегрирует растровые изображения, сгенерированные из IGES-файлов с PostScript, посылаемым на лазерный принтер; таким образом, текст и изображение печатаются на одной странице для последующего использования в качестве готовой коммерческой публикации. Начиная с IGES версий 5.2 и 5.3 (самые последние версии, одобренные ANSI), стандарт стал доступен как PDF-документ.

IGES-файл состоит из 80-символьных ASCII-записей. Текстовые строки представлены в «Холлерит» формате: число символов в строке плюс буква «H» и сама строка. Пример — 4HSL0T (аналогичный формат текстовых строк был в языке Фортран). Ранние IGES-трансляторы имели проблемы с компьютерами IBM, использо-

вавшими EBCDIC-кодирование текста, так что некоторые EBCDIC-ASCII переводчики заменяли символы неверно или неправильно ставили бит четности, создавая проблемы с чтением.

*Структура файла.* Файл содержит шесть разделов [5], которые должны появляться непрерывно, без пустых строк между ними в следующем порядке:

1. Раздел Flag (только двоичный или сжатый формат).

2. Раздел Start, содержащий удобочитаемое описание файла.

3. Раздел Global, содержащий информацию, описывающую препроцессор, и информацию, необходимую постпроцессорам для обработки файла.

4. Раздел Directory Entry, обеспечивающий индекс для файла и содержащий информацию атрибутов для каждого объекта.

5. Раздел Parameter Data, содержащий данные параметров, связанные с каждым объектом.

6. Раздел Terminate, в котором записано количество предыдущих секций.

Данный стандарт подходит для документирования и коммерческой публикации, но использовать его для хранения информации во время моделирования, расчетов, симуляции физических процессов крайне затруднительно.

Третий универсальный стандарт — STEP (англ. S**T**andard for Exchange of Product model data — стандарт обмена данными модели изделия). Это совокупность стандартов ISO 10303, используемая в САПР. Позволяет описать весь жизненный цикл изделия, включая технологию изготовления и контроль качества продукции. Является основным конкурентом стандарта IGES и в последнее время вытесняет его благодаря более широким возможностям хранения информации.

Примерно в конце 1970-х годов возникла идея о необходимости определенной

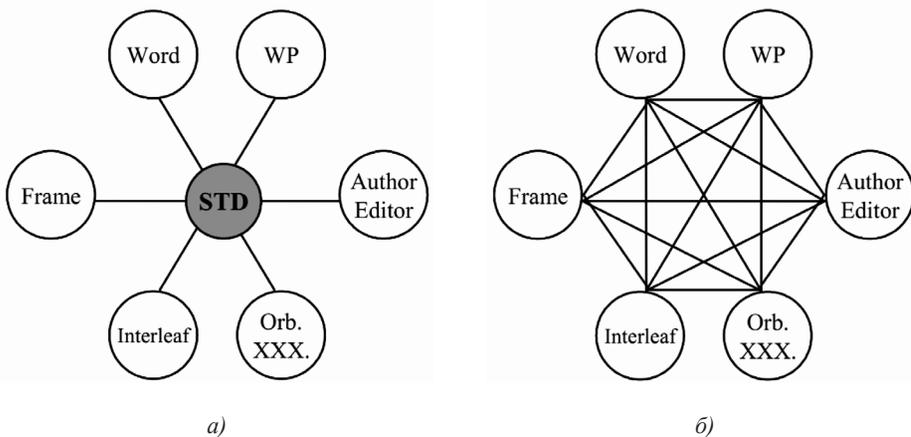
стандартизації в області обміну даними, оскільки появилось много систем САПР, использующих разные принципы генерации моделей и обмена данными с другими системами. Все геометрические моделлеры были уникальными, построенными на разных принципах. Проблема обмена данными и сохранности этих данных стала очень острой. В кругах специалистов и ученых, занимающихся в основном машинной графикой и геометрическим моделированием, возникла соответствующая инициатива, которая была поддержана фирмами США и Западной Европы, занятыми разработками сложной, главным образом военной техники. В Комитете TC 184 ISO была создана рабочая группа для разработки стандарта, который в итоге получил название STEP. Развитие стандарта дало толчок к появлению новых стандартов — Parametrics, Mandate, PartsLibrary.

Целью стандарта является обеспечение механизма описания данных продукта в течение всего его жизненного цикла, независимо от определенного ПО. Чаще всего STEP используется для обмена данными между CAD, CAM, CAE и PDM-системами. Данные модели

в формате STEP описываются с помощью языка EXPRESS, обмен данными осуществляется в форматах STEP-File, STEP-XML или через доступ к базе данных с использованием SDAI. В зависимости от прикладной области описание модели определяется протоколом приложения (ApplicationProtocol): например, AP203 соответствует конфигурации контролируемого 3D-проектирования.

Преимущество единого стандарта состоит в возможности легко организовать информационный обмен между всеми компьютерными системами, которые используются в течение жизненного цикла изделия (рис. 1, а). В противном случае информационный обмен будет вестись между каждой парой компьютерных систем (рис. 1, б), что имеет существенные недостатки: невозможность создания интегрированной модели изделия; необходимость приобретения большого количества конвертеров форматов, а именно  $N(N - 1)$  шт., где  $N$  — количество используемых компьютерных систем.

В случае применения стандарта STEP количество конвертеров сокращается до  $2N$  шт. Кроме того, STEP имеет



**Рис. 1.** Информационная среда при наличии и отсутствии нейтрального стандарта для обмена данными: а — обмен данными через «нейтральный» стандарт; б — непосредственный обмен данными между приложениями

статус международного стандарта, что облегчает взаимодействие с зарубежными партнерами.

Ниже приведена краткая характеристика пяти основных компонентов STEP (рис. 2).

**Методы описания** предназначены для всех информационных моделей в STEP. Они позволяют задать структуру данных, которой описывается изделие. Основа методов описания — язык концептуальных схем данных EXPRESS (ISO 10303-11).

**Методы реализации** используются для описания модели изделия в соответствии со STEP. Они позволяют организовать обмен или хранение информации, представленной с помощью методов описания STEP. Экземпляры данных могут быть представлены в символьном обменном файле STEP в соответствии с ISO 10303-21 или в некотором источ-

нике данных (репозитории STEP) в соответствии с ISO 10303-22, чаще всего — в двоичном виде и (с некоторыми ограничениями) в виде файлов XML.

В томах, относящихся к методам реализации, также содержится стандартизованная спецификация набора программных функций, обеспечивающих работу с данными, находящимися в репозитории STEP. Специфицированные функции могут быть реализованы программно, и программная реализация может использоваться для разработки конверторов данных (препроцессора и постпроцессора STEP), системы управления хранилищем данных STEP, системы долгосрочного архивирования данных в формате STEP и некоторых программных приложений, например вьюеров, навигаторов, систем управления качеством данных и систем лечения.



Рис. 2. Структура стандарта STEP (ISO 10303)

**Таблиця 1.** Преимущества и недостатки форм файла

Форма представления	Символьный обменный файл	Файл XML	Репозиторий данных STEP
Преимущества	Независимость от программной и аппаратной платформ. Доступность для чтения и редактирования вручную	Доступность для программной обработки большим количеством браузеров без использования специализированных инструментов STEP	Хорошие возможности компьютерной обработки
Недостатки	Сложность программной обработки	Неполное отображение всех особенностей моделей STEP	Зависимость от программной и аппаратной платформ

Особое место среди методов реализации занимает представление данных STEP в формате XML (см. ISO 10303-28). В ISO 10303-28 содержится описание принципов отображения моделей из формата STEP в формат XML. После такого отображения появляется возможность осуществлять просмотр и навигацию моделей STEP с помощью широко распространенных программных средств работы с XML. В то же время из-за того что конструкции STEP более сложные, чем в XML, полное отображение невозможно. В некоторых случаях при отображении требуется дублирование данных, что приводит к избыточности модели.

Каждая из трех форм представления знака имеет свои преимущества и недостатки (см. таблицу 1)

**Методология тестирования** на соответствие определяет основные принципы тестирования различных программных средств на соответствие стандарту STEP.

**Интегрированные ресурсы** задают базовое представление информации об изделии, инвариантное по отношению к предметной области. Они являются основой при построении протокола применения.

**Протокол применения** определяет специфичное для конкретной предметной области представление информа-

ции об изделии как основу для обмена данными, построенную на базе интегрированных ресурсов STEP.

STEP является основным конкурентом стандарта IGES и в последнее время вытесняет его благодаря более широким возможностям хранения информации. Технологии, использующие стандарт STEP, имеют ряд существенных недостатков. Неминуемы потери данных при каждом обмене, поскольку любой протокол STEP не покрывает все данные, которые можно передать при таком обмене, — нужно предусматривать расширение этого стандарта. Кроме того, STEP не решает проблемы "объект-ориентированности" (что является атрибутом для одного проекта, то объект для другого, и информация теряется в силу невозможности отождествления объекта одного приложения с атрибутом другого) [7].

## ВЫВОДЫ

1. На основании приведенных данных по исследуемым форматам установлено, что стандартные форматы STEP и IGES не позволяют полностью решить проблему обмена данными. Постановщики САПР по-разному реализуют их, в результате чего появились десятки диалектов, малосовместимых друг другом, а сами STEP и IGES перестали быть средством полноценного обмена

на данными. 2. Анализ проведенных исследований показывает невозможность однозначного выбора в пользу какого-либо формата обмена данными. 3. Для построения интегрированных систем, использующих несколько разных САПР, в настоящее время наиболее перспективным, с точки зрения расширения и развития, является международный стандарт STEP.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Форматы файлов, применяемых в области Автоматизации Проектирования [Электронный ресурс] : каталог. — Режим доступа: <http://www.cad.dp.ua/formats/st.php>.
- [2] **Чечетка, А.** Формат JT как основа единой интероперабельной платформы разработки [Электронный ресурс] / А. Чечетка, К. Кекурс // Журнал CAD/CAM/CAE Observer. — 2007. — № 1 (31) — С. 25–29. — Режим доступа: <http://www.cadcamcae>.
- [3] **Шильников, П. С.** Работа с данными в формате ISO 10303 STEP [Электронный ресурс] : метод. указания по лабораторной работе / П. С. Шильников. — Режим доступа: [http://www.engineer.bmstu.ru/res/rk9/shilnikov/step\\_2004\\_06\\_02](http://www.engineer.bmstu.ru/res/rk9/shilnikov/step_2004_06_02).
- [4] **Bahattin Koc** Smoothing STL files by Max-Fit biarc curves for rapid prototyping [Электронный ресурс] / Bahattin Koc, Yawei Ma, Yuan-Shin Lee. — Режим доступа: <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1455161>.
- [5] IGES 5.x Preservation Society [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.iges5x.org>.
- [6] Initial Graphics Exchange Specification IGES 5.3 [Электронный ресурс] / U. S. Product Data Association, 1996. — Режим доступа: [http://www.uspro.org/documents/IGES5-3\\_forDownload.pdf](http://www.uspro.org/documents/IGES5-3_forDownload.pdf).
- [7] Standard data access interface [Text] // ISO 10303 : Industrial automation system and integration: Product data representation and exchange: Implementation methods. — 1998. — Part 22. — 217 p.