STL (от англ. stereolithography) — формат файла, широко используемый для хранения трёхмерных моделей объектов для использования в аддитивных технологиях. Информация об объекте хранится как список треугольных граней, которые описывают его поверхность, и их нормалей.

STL-файл может быть текстовым (ASCII) или двоичным. Файл типа ASCII STL начинается со строки:

solid name

где name — необязательная строка (но если name опущено, всё равно должен быть пробел после solid). Файл продолжается произвольным числом треугольников, описываемых следующим способом:

facet normal ni nj nk

outer loop

vertex v1x v1y v1z

vertex v2x v2y v2z

vertex v3x v3y v3z

endloop

endfacet

где каждое n и v — число с плавающей точкой в формате: знак, мантисса, «e», знак, экспонента, например «-2.648000e-002». Файл завершается строкой:

endsolid name

Поскольку файл ASCII STL может быть очень большим, существует двоичная версия этого формата. Файл начинается с заголовка из 80 символов (который обычно игнорируется, но не должен начинаться с 'solid', так как с этой последовательности начинается файл ASCII STL). После заголовка идет 4-байтовое беззнаковое целое число (little-endian), указывающее количество треугольных граней в данном файле. После этого идут данные, характеризующие каждый треугольник, в свою очередь.

Каждый треугольник описывается двенадцатью 32-битными числами с плавающей запятой: 3 числа для нормали и по 3 числа на каждую из трёх вершин для координат X/Y/Z. После идут 2 байта беззнакового 'short', который называется 'attribute byte count'. В обычном файле должно быть равно нулю, так как большинство программ не понимает других значений.

Числа с плавающей запятой представляются в виде числа IEEE с плавающей запятой и считается обратным порядком байтов, хотя это не указано в документации.

UINT8 – Header

UINT32 – Number of triangles

foreach triangle

REAL32 – Normal vector

REAL32 – Vertex 1

REAL32 – Vertex 2

REAL32 – Vertex 3

UINT16 – Attribute byte count

end

Впервые формат stl был представлен в 1987 году. Компания 3D Systems, начинающая свой путь на разработке технологии трехмерной печати, находилась в поиске решения для представления объемных моделей изделий, которые в последствие будут изготовлены на специальных станках. И обратилась за помощью к Albert Consulting group. Поэтому первый алгоритм послойной разработки моделей принадлежит данным корпорациям. В 2009 году было предложено обновление формата, получившее название STL 2.0. Он превратился в формат файлов аддитивного производства.

OBJ — это формат файлов описания геометрии, разработанный в Wavefront Technologies для их анимационного пакета Advanced Visualizer. Формат файла является открытым и был принят другими разработчиками приложений 3D-графики. Формат файлов OBJ — это простой формат данных, который содержит только 3D геометрию, а именно, позицию каждой вершины, связь координат текстуры с вершиной, нормаль для каждой вершины, а также параметры, которые создают полигоны.

Формат OBJ предусматривает несколько типов определения:

# Список вершин, с координатами (x,y,z[,w]), w является не обязательным и по умолчанию 1.0.

v 0.123 0.234 0.345 1.0

v ...

...

# Текстурные координаты (u,v[,w]), w является не обязательным и по умолчанию 0.

# Текстурная координата по y может быть указана как 1 - v, и при этом по x = u

vt 0.500 -1.352 [0.234]

vt ...

...

# Нормали (x,y,z); нормали могут быть не нормированными.

vn 0.707 0.000 0.707

vn ...

...

# Параметры вершин в пространстве (u [,v] [,w]); свободная форма геометрического состояния (см. ниже)

vp 0.310000 3.210000 2.100000

vp ...

...

# Определения поверхности (сторон) (см. ниже)

f 1 2 3

f 3/1 4/2 5/3

f 6/4/1 3/5/3 7/6/5

f 6//1 3//3 7//5

f ...

...

# Группа

g Group1

...

# Объект

o Object1

OBJ является одним из самых популярных форматов передачи трёхмерной компьютерной геометрии. Информация о внешнем виде объектов(материалы) передается в файлах-спутниках в формате MTL (Material Library). OBJ при необходимости ссылается на такой файл с помощью директивы:

mtllib

Формат файла является открытым и был принят другими разработчиками приложений 3D графики и может быть экспортирован/импортирован в e-Frontier's Poser, Maya, XSI, Blender, MeshLab, Misfit Model 3D, 3D Studio Max и Rhinoceros 3D, Hexagon, CATIA, Newtek Lightwave, Art of Illusion, milkshape 3d,Modo, Cinema 4D, Zanoza Modeller, ПК ЛИРА и т. д. По большей части это общепринятый формат.

3D Manufacturing Format или 3MF - это стандарт формата файлов с открытым исходным кодом, разработанный и опубликованный консорциумом 3MF. 3MF - это формат данных на основе XML, разработанный специально для аддитивного производства. Он включает информацию о материалах, цветах и ​​другую информацию, которая не может быть представлена ​​в формате STL. 3MF не предназначена для конкуренции в традиционных пространствах САПР, которые представлены нейтральными форматами.

На сегодняшний день компании, связанные с программным обеспечением САПР, такие как Autodesk, Dassault Systèmes, PTC и Netfabb, являются частью Консорциума 3MF. Другие фирмы, входящие в Консорциум 3MF, - это Microsoft (для поддержки операционных систем и 3D-моделирования), SLM и HP, в то время как Shapeways также включены, чтобы дать представление об опыте 3D-печати. Другие ключевые игроки в сфере 3D-печати и аддитивного производства, такие как Materialize, 3D Systems, Siemens PLM Software и Stratasys, недавно присоединились к консорциуму. Чтобы облегчить принятие, Консорциум 3MF также опубликовал реализацию C ++ формата файлов 3MF.

Ниже приведена полезная нагрузка 3D для простого файла 3MF, описывающего прямоугольный кубоид, адаптированный из спецификации 3MF Core. Прямоугольный кубоид имеет размеры 1-2-3 блока.

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<model unit="inch"

xml:lang="en-US"

xmlns="http://schemas.microsoft.com/3dmanufacturing/core/2015/02">

<metadata name="Copyright">

Copyright (c) 2015 3MF Consortium. All rights reserved.

</metadata>

<resources>

<object id="1" type="model">

<mesh>

<vertices>

<vertex x="0" y="0" z="0" />

<vertex x="1" y="0" z="0" />

<vertex x="1" y="2" z="0" />

<vertex x="0" y="2" z="0" />

<vertex x="0" y="0" z="3" />

<vertex x="1" y="0" z="3" />

<vertex x="1" y="2" z="3" />

<vertex x="0" y="2" z="3" />

</vertices>

<triangles>

<triangle v1="3" v2="2" v3="1" />

<triangle v1="1" v2="0" v3="3" />

<triangle v1="4" v2="5" v3="6" />

<triangle v1="6" v2="7" v3="4" />

<triangle v1="0" v2="1" v3="5" />

<triangle v1="5" v2="4" v3="0" />

<triangle v1="1" v2="2" v3="6" />

<triangle v1="6" v2="5" v3="1" />

<triangle v1="2" v2="3" v3="7" />

<triangle v1="7" v2="6" v3="2" />

<triangle v1="3" v2="0" v3="4" />

<triangle v1="4" v2="7" v3="3" />

</triangles>

</mesh>

</object>

</resources>

<build>

<item objectid="1" />

</build>

</model>

VRML (англ. Virtual Reality Modeling Language — язык моделирования виртуальной реальности) — стандартизированный формат файлов для демонстрации трёхмерной интерактивной векторной графики, чаще всего используется в WWW.

VRML — это текстовый формат файлов, где, например, вершины и грани многогранников могут указываться вместе с цветом поверхности, текстурами, блеском, прозрачностью и так далее. URL могут быть связаны с графическими компонентами, таким образом, что веб-браузер может получать веб-страницу или новый VRML-файл из сети Интернет тогда, когда пользователь щёлкает по какому-либо графическому компоненту. Движение, звуки, освещение и другие аспекты виртуального мира могут появляться как реакция на действия пользователя или же на другие внешние события, например таймеры. Особый компонент Script Node позволяет добавлять программный код (например, Java или JavaScript (ECMAScript)) к VRML-файлу.

VRML-файлы обычно называются мирами и имеют расширение .wrl (например: island.wrl). Хотя VRML-миры используют текстовый формат, они часто могут быть сжаты с использованием алгоритма компрессии gzip для того, чтобы их можно было передавать по сети за меньшее время. Большинство программ трёхмерного моделирования могут сохранять объекты и сцены в формате VRML.

VRML достиг вершины популярности после выхода VRML 2.0 в 1997 году, когда он стал использоваться на некоторых персональных страницах и сайтах, в основном для 3D-чатов. Формат поддерживался SGI Cosmo Software (основной костяк программистов этого подразделения находился в Москве и сейчас это компания Parallel Graphics). Когда в 1998 году SGI была реструктурирована это подразделение было продано Platinum Technologies, которое было затем куплено Computer Associates. Последняя не стала развивать и распространять программы для VRML. Пустота была заполнена различными недолговечными коммерческими Web 3D форматами, появившимися за последние несколько лет, включая Microsoft Chrome, Adobe Atmosphere и Shockwave 3D, ни один из этих форматов не поддерживается сегодня. Возможности VRML оставались прежними, тогда как возможности трёхмерной компьютерной графики, работающей в реальном времени росли. VRML Consortium сменил своё название на Web3D Consortium и начал работать над потомком VRML — X3D.

Хотя VRML ещё продолжает использоваться в некоторых областях, особенно в образовательной и исследовательской сфере, где наиболее ценятся открытые спецификации, можно сказать, что он вытеснен форматом X3D. MPEG-4 Interactive Profile (ISO/IEC 14496) был основан на VRML (теперь на X3D) и X3D, по большей части, обратно совместим с ним. VRML также продолжает использоваться в качестве файлового формата для обмена 3D-моделями, особенно в САПР.

В общем виде, простейшая VRML-программа состоит из следующих частей:

Заголовок

#VRML V2.0 utf8

Эта строка является первой для любого файла, содержащего описание VRML объектов. Строка является обязательной и не содержит отступы.

Описания графа сцены

Виртуальный мир в терминологии языка называется сценой, которая представляется в виде графа из отдельных объектов, называемых узлами (node). В этой части описываются объекты, которые необходимы для построения для сцены (мира) задуманного пользователем.

Программы, которые открывают VRML файлы

Adobe Acrobat

Trimble SketchUp

MeshLab

BRL-CAD

AutoDesSys formZ

FreeCAD

FreeWRL

OpenVRML

VRweb

IGES (произносится: ай-джес, Digital Representation for Communication of Product Definition Data (рус. цифровое представление для обмена данными определяющими продукт)) — двумерный/трехмерный векторный формат графики; используется многими CAD-программами.При помощи IGES, в CAD можно передавать модели круговых диаграмм, каркасов моделей, поверхностей любой формы или представления сплошных моделей. Приложения, поддерживающие IGES, включают в себя инженерную графику, аналитические модели и прочие производственные функции.

IGES-файл состоит из 80-символьных ASCII-записей (длина записи произошла из эры перфокарт). Текстовые строки представлены в «Холлерит» формате — число символов в строке, плюс буква «Н» и сама строка. Пример — «4HSLOT» (аналогичный формат текстовых строк был в языке Фортран). Ранние IGES-трансляторы имели проблемы с компьютерами IBM, использовавшими EBCDIC-кодирование текста, так что некоторые EBCDIC-ASCII переводчики заменяли символы неверно или неправильно ставили бит четности, вызывая проблемы с чтением. Рассмотрим очень короткий IGES-файл 1987 года, включающий в себя лишь сущности пары точек (POINT, тип 116), пары полуокружностей (CIRCULAR ARC, тип 100) и двух линий (LINE, тип 110).

Файл разделен на 5 секций, обозначенных буквами (S, G, D, P, или T) в колонке 73. Характеристики и геометрическая информация для каждой сущности поделены между двумя секциями; одна — в формате фиксированной длины (Directory Entry, или DE секция), другая в составной записи, с фиксированной точкой (Parameter Data, или PD секция). При отображении мы должны видеть две желтые точки, одна из которых в начале координат [0,0,0], две красных полуокружности и две зеленые линии.

AMF является форматом разработанном на основе формата XML, позволяющий программному обеспечению любой системы автоматизированного проектирования описать формы и состав 3D объекта, который можно будет изготовить на любом 3D-принтере. В отличие от формата STL, AMF включает встроенную поддержку цвета, материалов, решеток и многое другое. AMF может представлять один объект или несколько объектов, каждый объект описывается в виде набора в неперекрывающихся объемах.

Новый формат AMF (на основе XML) был разработан для преодоления разрыва между САПР и современными аддитивными технологиями производства. Этот формат содержит всю необходимую информацию для печати объемных изделий, в том числе используемые материалы, цвета и внутреннюю структуру.

AMF может представлять один объект или несколько объектов, расположенных в созвездие. Каждый объект описывается как набор неперекрывающихся томов. Каждый объем описывается треугольной сеткой, которая ссылается на набор точек (вершин). Эти вершины могут быть разделены между объемами, принадлежащими одному объекту. В файле AMF также можно указать материал и цвет каждого объема, а также цвет каждого треугольника в сетке. Файл AMF сжимается с использованием формата сжатия zip, но расширение файла «.amf» сохраняется. Реализация минимального средства чтения AMF должна иметь возможность распаковывать файл AMF и импортировать хотя бы геометрическую информацию (игнорируя кривизну).

Файл AMF начинается со строки объявления XML, в которой указывается версия и кодировка XML. Остальная часть файла заключена между открывающим элементом и закрывающим элементом . Также можно указать систему единиц (миллиметр, дюйм, фут, метр или микрометр). При отсутствии спецификации единиц измерения принимаются миллиметры.

В скобках AMF есть пять элементов верхнего уровня. Для полнофункционального файла AMF требуется только один элемент объекта.

С середины 1980-х годов формат файлов STL был де-факто отраслевым стандартом для передачи информации между программами проектирования и оборудованием для аддитивного производства. Формат STL содержал только информацию о поверхностной сетке и не имел условий для представления цвета, текстуры, материала, субструктуры и других свойств изготовленного целевого объекта. По мере того как технология аддитивного производства эволюционировала от производства однородных форм в основном из одного материала к созданию полноцветных геометрических форм из нескольких материалов с функционально дифференцированными материалами и микроструктурами, росла потребность в стандартном формате файла обмена, который мог бы поддерживать эти функции. Вторым фактором, положившим начало разработке стандарта, было улучшение разрешения технологий аддитивного производства. Поскольку точность печати приближалась к разрешению в микронном масштабе, количество треугольников, необходимое для описания гладких изогнутых поверхностей, приводило к неприемлемо большим размерам файлов.

В течение 1990-х и 2000-х годов различные компании использовали ряд проприетарных форматов файлов для поддержки определенных функций своего производственного оборудования, но отсутствие общеотраслевого соглашения препятствовало широкому распространению какого-либо единого формата. В 2006 году Джонатан Д. Хиллер и Ход Липсон представили первоначальную версию AMF, получившую название «STL 2.0». В январе 2009 года был учрежден новый комитет ASTM F42 по технологиям аддитивного производства, а также сформирован подкомитет по дизайну для разработки нового стандарта. В конце 2009 года был проведен опрос, в результате которого новый стандарт обсуждался более года. Получившаяся первая редакция стандарта AMF стала официальной 2 мая 2011 года. Во время июльских 2013 г. встреч ASTM F42 и ISO TC261 в Ноттингеме (Великобритания) был одобрен Совместный план по разработке стандартов аддитивного производства. С тех пор стандарт AMF находится в ведении ISO и ASTM.

Пример документа в формате AMF:

<?xml version=”1.0” encoding=”utf-8”?>

<amf unit=”inch” version=”1.1”>

<metadata type=”name”>Split Pyramid</metadata>

<metadata type=”author”>John Smith</metadata>

<object id=”1”>

<mesh>

<vertices>

<vertex><coordinates><x>0</x><y>0</y><z>0</z></coordinates></vertex>

<vertex><coordinates><x>1</x><y>0</y><z>0</z></coordinates></vertex>

<vertex><coordinates><x>0</x><y>1</y><z>0</z></coordinates></vertex>

<vertex><coordinates><x>1</x><y>1</y><z>0</z></coordinates></vertex>

<vertex><coordinates><x>0.5</x><y>0.5</y><z>1</z></coordinates></vertex>

</vertices>

<volume materialid=”2”>

<metadata type=”name”>Hard side</metadata>

<triangle><v1>2</v1><v2>1</v2><v3>0</v3></triangle>

<triangle><v1>0</v1><v2>1</v2><v3>4</v3></triangle>

<triangle><v1>4</v1><v2>1</v2><v3>2</v3></triangle>

<triangle><v1>0</v1><v2>4</v2><v3>2</v3></triangle>

</volume>

<volume materialid=”3”>

<metadata type=”name”>Hard side</metadata>

<triangle><v1>2</v1><v2>3</v2><v3>1</v3></triangle>

<triangle><v1>1</v1><v2>3</v2><v3>4</v3></triangle>

<triangle><v1>4</v1><v2>3</v2><v3>2</v3></triangle>

<triangle><v1>4</v1><v2>2</v2><v3>1</v3></triangle>

</volume>

</mesh>

</object>

<material id=”2”>

<metadata type=”name”>Hard material</metadata>

<color><r>0.1</r><g>0.1</g><b>0.1</b></color>

<material id=”3”>

<metadata type=”name”>Soft material</metadata>

<color><r>0</r><g>0.9</g><b>0.9</b><a>0.5</a></color>

</materials>

</amf>

Программы, поддерживающие AMF:

Nullsoft Winamp

Schism Tracker

MODPlug Player

MikMod

Schism Tracker

Open Cubic Player

Vitamin/CAIG ZXTune

CocoModX

STEP — (англ. STandard for Exchange of Product model data — стандарт обмена моделью данных изделия) — 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. В последнее время вытесняет его благодаря более широким возможностям хранения информации.

В рамках файла STEP размещают трёхмерную модель, данное расширение необходимо при интерпретации и представлении промышленных продуктов.

Нередко .step расширение используют для обмена данными, например передача механических и электрических схем, разнообразных геометрических параметров и размеров, а также всевозможных допусков и аналитической информации касательно производственной деятельности. Применяется в различных направлениях промышленности, играет важную роль при строительстве зданий и прочих конструкций, автомобилестроении, аэрокосмической индустрии, кораблестроении, нефтяной и газовой промышленности и так далее.

В расширение STEP могут быть отформатированы различные объекты, которые после процесса обработки станут восприниматься несколькими системами, такими как CAD, CAE, PDM и CAM, а занчит будут так же использованы для последующего обмена информацией.

Основная цель стандарта - формирование механизма, предоставляющего параметры и характеристики определенного продукта, независимо от того или иного программного обеспечения, участвующего при создании файла.

Процесс загрузки или генерации твердотельной/каркасной/поверхностной STEP модели возможны в большинстве САПР самого различного уровня.

Самое широкое распространение среди проектировщиков получили следующие автоматизированные комплексы:

Dassault Systemes SolidWorks;

AutoCAD;

SolidWorks eDrawings Viewer;

Unigraphics;

Autodesk Inventor Fusion;

IronCAD;

КОМПАС;

IMSI TurboCAD;

Autodesk Inventor Fusion;

Rhinoceros;

CATIA;

Siemens Solid Edge;

STEP Tools STEP File Browser;

Kubotek USA KeyCreator;

Free CAD.

Файл 3DXML - это файл XML, созданный в собственном формате Dassault Systemes 3DXML. Он содержит сетки, текстуры, световые эффекты и другие свойства трехмерного объекта и используется для указания трехмерного объекта на основе XML. Дополнительная информация

Формат 3DXML был создан для включения 3D-информации в техническую документацию, руководства пользователя, маркетинговые материалы, веб-сайты и другие программные приложения.

3DXML - собственный формат файла 3D. Разработан Dassault Systemes под торговой маркой 3DVIA. Он использует контейнер XML, спецификации которого были опубликованы. Его не следует путать с X3D, стандартным ISO форматом файлов на основе XML для представления 3D компьютерной графики.

Файл 3DXML - это файл архива zip, который содержит файл спецификации и один или несколько файлов трехмерного представления. Переименование файла из .3dxml в .zip позволяет такой программе, как WinZip, открывать архив.

Файл 3DXML может содержать файлы трехмерного представления, хранящиеся в XML или двоичном формате, и они могут содержать либо данные поверхности, либо сетку, которая может быть интерпретирована как данные поверхности, либо простую сетку.

Данные поверхности хранятся в виде патчей Грегори. «Поверхностная» сетка (содержащая топологию, грани, ребра, вершины и веса округления) может быть повторно интерпретирована обратно в поверхность с помощью совместимой программы просмотра 3DXML.

Формат 3DS – формат 3D-графики. Он обычно делится на три основных исполнения:

3DS расширение – результат генерации трехмерного графического редактора Autodesk 3D Studio. Данный формат является одним из самых распространенных и востребованных и широко применяется в качестве универсального для обмена данными, описывающими геометрию трехмерных моделей.

Стандартный 3DS файл содержит набор структурированных данных, которые необходимы для полноценного представления 3D-объекта:

тип геометрии (поверхностная, каркасная, твердотельная модель);

позиционирование вершин;

уровень сглаживания граней;

свойства материала объекта;

освещенность и степень отражения поверхностей;

анимационные эффекты (при их наличии).

Дополнительно 3DS расширение может включать индивидуальные настойки пользовательского интерфейса, например, конфигурацию окна для визуализации.

Данный формат неприхотлив к конвертации, и, с помощью интегрированного транслятора данных, может быть успешно преобразован (без потери данных и с сохранением геометрии модели) в большое множество расширений, предназначенных для обработки форматирования трехмерных моделей, например, blend, dae, dwg, dxf, fbx, ma, max, mb, и obj.

Данные форматы поддерживаются САПР различного уровня, включая популярные AutoCAD, Unigraphics и SolidWorks.

Стандартный 3DS файл структурирован блочным образом (разбит на блоки данных), в которых информация подается “порциями”. Такие порции хранят свойства формы и параметры визуализации, формирующие 3D-сцену.

Необходимо также отметить, что преемственником 3DS является расширение MAX, используемое в современной версии графического редактора 3ds Max.

3DS формат может также выступать в качестве образа постоянного записывающего устройства (ПЗУ/ROM) для лицензионных цифровых картриджей Nintendo 3DS (широко известная портативная приставка/консоль). Основное практическое назначение формата – организовать корректную работу игрового приложения без фактического наличия оригинального картриджа посредством специального программного обеспечения (эмуляторы диска).

Ввиду того, что все игровые программы Nintendo имеют авторскую защиту, незаконное хранение и распространение 3DS образов может вести к серьезным административным взысканиям.

3DS файл может также представлять собой настройщик просмотра изображений в ACD/3D Viewer. ACD/3D Viewer (разраб. Advanced Chemistry Development) – бесплатный плагин, находящийся в свободном доступе, и предназначенный для визуализации молекулярно-химических соединений. Файл предоставляет пользователю возможность сохранить текущие настройки интерфейса (цветовую гамму, вид и конфигурацию окон), а также некоторые принципиальные параметры, например, атомные радиусы.

В зависимости от своего практического назначения и конкретной модификации, 3DS расширение может быть сгенерировано и открыто для редактирования с использованием следующих программных комплексов:

Для случаев, когда 3DS файл представляет собой набор структурированных данных, которые необходимы для полноценного представления 3D-объекта (тип геометрии, позиционирование вершин, уровень сглаживания граней и.т.д), форматирование расширения можно выполнить с помощью:

в ОС Windows – pmG messiahStudio, MeshLab, IMSI TurboCAD Deluxe 18, Google SketchUp, Electric Rain Swift 3D и Autodesk 3ds Max 2012/2013;

на базе ОС Mac PLT формат будет доступен с применением все тех же программных плагинов pmG messiahStudio, MeshLab, Electric Rain Swift 3D, Google SketchUp , а также IMSI TurboCAD Deluxe v6 и Cheetah3D.

Редактирование 3DS расширение на платформе ОС Linux не предусмотрено.