



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
—
202X

**Электронная конструкторская документация.
ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМАТАМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ 3D
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

*Настоящий проект стандарта не подлежит
применению до его принятия*

Проект, первая редакция



Москва
Стандартинформ
202X

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский центр «Прикладная Логистика» (АО НИЦ «Прикладная Логистика»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 482 «Поддержка жизненного цикла экспортируемой продукции военного и продукции двойного назначения»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от № -ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, оформление, 202Х

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1	Область применения.....
2	Нормативные ссылки
3	Термины, определения и сокращения.....
3.1	Термины и определения.....
3.2	Сокращения.....
4	Общие положения.....
4.1	Назначение и виды электронных геометрических моделей.....
4.2	Выбор вида и формата представления электронной геометрической модели
4.3	Форматы представления электронных геометрических моделей и их преобразование
4.4	Типовые требования к форматам электронных геометрических моделей
	Приложение А (справочное) Некоторые унифицированные и стандартизованные форматы представления трехмерных электронных геометрических моделей.....
	Библиография

Введение

В машиностроении и приборостроении электронные геометрические 3D модели широко применяются в качестве эффективного способа представления информации об изделии, необходимой для его разработки, контроля, эксплуатации и ремонта. В мире разработан и используется целый ряд форматов представления таких 3D моделей, имеющих свои особенности и ориентированных на решение различных задач.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Электронная конструкторская документация
ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМАТАМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ 3D ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ
МОДЕЛЕЙ

Electronic Design Documentation.
Requirements to 3D geometric models representation

Дата введения — 202Х—ХХ—ХХ

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к выбору форматов 3D геометрических моделей в составе электронной конструкторской, технологической, эксплуатационной и ремонтной документации.

Настоящий стандарт распространяется на изделия машиностроения и приборостроения, в том числе на продукцию военного и двойного назначения, включая их составные части. Применение требований стандарта к другим видам изделий определяется по усмотрению разработчика или изготовителя.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.001 Единая система конструкторской документации. Общие положения

ГОСТ 2.052 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия

ГОСТ Р 58300 Управление данными об изделии. Термины и определения

ГОСТ Р 58676 Электронная конструкторская документация. Виды преобразований

ГОСТ Р 59189 Электронная конструкторская документация. Применение формата JT для представления структуры и геометрических моделей изделия

ГОСТ Р ИСО 10303-21 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 21. Методы реализации. Кодирование открытым текстом структуры обмена

ГОСТ Р ИСО 10303-31 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 31. Методология и основы аттестационного тестирования. Общие положения

ГОСТ Р ИСО 10303-32 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 32. Методология и основы аттестационного тестирования. Требования к испытательным лабораториям и клиентам

ГОСТ Р ИСО 10303-34 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 34. Методология и основы аттестационного тестирования. Методы абстрактного тестирования для реализации прикладных протоколов

ГОСТ Р ИСО 10303-242 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 242. Управляемое проектирование на основе модели 3D

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 2.001, ГОСТ Р 58300, а также следующие термины и определения:

3.1.1

формат данных (содержательной части электронной конструкторской документации): Способ организации, кодирования, структурирования и обеспечения целостности содержательной части электронной конструкторской документации.

[ГОСТ Р 58676–2019, статья 3.1.5]

3.1.2

оригинальный формат данных: Формат данных, спецификация которого создана и поддерживается (изменяется) разработчиком одной прикладной автоматизированной системы и не признана как стандарт.

[ГОСТ Р 58676–2019, статья 3.1.7]

3.1.3

стандартизованный формат данных¹⁾: Формат данных, спецификация которого признана как международный, государственный, отраслевой или корпоративный стандарт, и который может быть распознан и обработан всеми автоматизированными системами, поддерживающими данный стандарт.

[ГОСТ Р 58676–2019, статья 3.1.6]

3.1.4

электронная геометрическая модель изделия (геометрическая модель изделия): Электронная модель изделия, описывающая преимущественно геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от его формы и размеров.

[ГОСТ 2.052–2015, статья 3.1.11]

3.1.5

вспомогательная геометрия модели (вспомогательная геометрия): Совокупность геометрических элементов, которые не являются элементами моделируемого изделия.

Примечание — Например, геометрические элементы, которые используются в процессе создания (построения) геометрической модели.

[ГОСТ 2.052–2015, статья 3.1.2]

¹⁾ Также используется термин «нейтральный формат».

3.1.6

основная геометрия: Совокупность геометрических элементов, которые непосредственно определяют форму моделируемого изделия

[ГОСТ 2.052–2015, статья 3.1.6]

3.1.7 граничное представление геометрии (изделия): Метод представления геометрических данных с помощью математически точного аналитического описания вершин, ребер и граней, определяющих границы твердого тела.

3.1.8 фасетное представление геометрии (изделия): Метод упрощенного представления геометрических данных в виде конечного числа аппроксимирующих многогранников.

3.1.9 производная электронная геометрическая модель: ЭГМ, полученная из исходной ЭГМ путем автоматического преобразования (конвертирования) содержательной части с использованием соответствующего программного средства (конвертера).

Примечания

1 Примерами оригинальных форматов являются форматы САПР NX, CREO, Компас 3D, T-FLEX-CAD и др.

2 Примерами стандартизованных форматов являются форматы JT (ГОСТ Р 59289) и STEP (ГОСТ Р ИСО 10303)

3 При осуществлении преобразования различают процедуры получения ЭГМ в стандартизованном формате из оригинального и оригинального формата из стандартизованного соответственно.

3.1.10 формат электронной геометрической модели: Способ организации, кодирования, структурирования и обеспечения целостности геометрических данных.

Примечания

1 Способ кодирования информации – способ обозначения геометрических объектов в модели при помощи текста или битовых последовательностей (текстовое представление, двоичное представление);

2 Структура данных геометрической модели – совокупность используемых геометрических объектов (примитивов) и схема их связи друг с другом.

3 Различают следующие виды форматов электронных геометрических моделей:

- оригинальный формат ЭГМ (см. 3.1.2);
- стандартизованный формат ЭГМ (см. 3.1.3);
- унифицированный формат – формат, формально не регламентированный

документами по стандартизации, но имеющий широкое распространение и поддерживаемый разными видами автоматизированных систем, представленными на рынке.

4 Сведения о наиболее широко распространенных форматах ЭГМ, в т.ч. стандартизованных, приведены в приложении А.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

АС УДИ	—	автоматизированная система управления данными об изделии;
ДЭ	—	электронный конструкторский документ;
ЖЦ	—	жизненный цикл;
РКД	—	рабочая конструкторская документация;
САПР	—	система автоматизированного проектирования;
ЭГМ	—	трехмерная электронная геометрическая модель изделия.

4 Общие положения

4.1 Назначение и виды электронных геометрических моделей

4.1.1 Трехмерная электронная геометрическая модель является одним из формализованных способов представления данных об изделии для решения различных задач на стадиях ЖЦ изделия (разработки, производства, эксплуатации, ремонта и т. д.).

4.1.2 Трехмерная электронная геометрическая модель содержит преимущественно геометрическую информацию, но также может включать в себя дополнительную информацию негеометрического характера: аннотации, пояснения и указания, сведения об атрибутах и свойствах изделия, сведения о самой ЭГМ.

4.1.3 Геометрическая информация включает основную и вспомогательную геометрию модели. Основная геометрия в ЭГМ должна быть выполнена с определенной степенью детализации и точностью.

4.1.4 Основные виды ЭГМ установлены ГОСТ 2.052:

- каркасные ЭГМ – в которых изделие представлено ребрами (гранями);
- поверхностные ЭГМ, в которых изделие представлено набором поверхностей. Поверхности могут быть представлены совокупностью полигонов (фасетное представление геометрии модели);
- твердотельные ЭГМ (граничное представление геометрии модели – B-Rep), в которых изделие (твердое тело) представлено совокупностью

взаимосвязанных элементов поверхностей — границ между телом и окружающим пространством.

4.1.5 Негеометрическая информация может включать в себя:

- технические требования к изготовлению (справочные размеры, требования к точности (допуски), шероховатости и т. д.);
- указания о способах изготовления и контроля, если они являются единственными, гарантирующими качество изделия, указания на определенные технологические приемы, гарантирующие обеспечение отдельных технических требований к изделию и т. д.;
- дополнительные сведения, необходимые для разработки технологических процессов и выполнения заданных требований к продукции в ходе ее изготовления.

Примечание — Эти сведения в англоязычной литературе обозначаются понятием PMI (Product Manufacturing Information).

4.2 Выбор вида и формата представления электронной геометрической модели

4.2.1 Главными факторами, влияющими на выбор вида и состава данных ЭГМ, являются:

- содержание решаемых задач на разных стадиях ЖЦ изделия и их особенности;
- особенности конструкции изделия и способов его изготовления, такие как сложность формы и требуемая точность изготовления поверхностей, предполагаемые методы изготовления (например, наличие у изделия аэродинамических или гидродинамических поверхностей сложной кривизны, требующих точной механической обработки, необходимость применения аддитивных технологий и т. д.).

4.2.2 К числу типовых задач, решаемых с использованием ЭГМ, относятся:

- разработка конструкции изделия;
- координация работ и согласование проектно-конструкторских решений между участниками работ, использующими в том числе, разные САПР;
- технологическая подготовка производства (разработка технологической документации) и изготовление изделий;
- разработка эксплуатационной документации и средств обучения (разработка иллюстраций различного типа на основе ЭГМ);
- долговременное хранение разработанной ЭКД.

Содержание решаемых задач определяет, как состав данных (содержание) ЭГМ, так и выбор формата ЭГМ. Например, для задач долгосрочного хранения определяющим фактором является стабильность и однозначность спецификации формата данных, как гарантии возможности использования ЭГМ по истечении длительного периода времени.

4.2.3 При выборе формата ЭГМ необходимо учитывать следующие факторы:

- состав данных;
- требуемая точность представления геометрической информации;
- степень детализации;
- возможность представления объекта моделирования в движении (кинематика);
- необходимость включения в ЭГМ информации для производства (PMI);
- необходимость использование параметризации;
- необходимость сохранение истории построений;
- требуемая скорость загрузки ЭГМ и ее визуализации.

4.2.4 На стадии РКД, изготовления опытных образцов и при производстве изделий методами механообработки, в ЭГМ, как правило, включают основную геометрию в граничном представлении, выполненную с высокой степенью детализации и с требуемой точностью, а также технические требования, представленные в виде аннотаций.

При использовании аддитивных технологий в ЭГМ используют, как правило, фасетное представление геометрии.

На этапах разработки, в ходе представления и согласования проектных решений, в том числе при взаимодействии с другими организациями-участниками разработки, применяют упрощенные, габаритные ЭГМ, содержащие основную и вспомогательную геометрию, в том числе кинематические модели, иллюстрирующие движение отдельных деталей и узлов. В состав таких ЭГМ в форме аннотаций может включаться негеометрическая информация, необходимая для понимания предлагаемых проектных решений.

4.2.5 В ходе разработки изделия степень детализации ЭГМ, как правило, увеличивается при переходе от одной стадии разработки к другой.

Если ЭГМ предназначена для разработки технологической оснастки и/или управляющих программ для технологического оборудования, степень детализации и математической точности представления размеров должна соответствовать заданным требованиям к изделию.

Если ЭГМ предназначена для отработки компоновочных решений, увязки узлов и деталей, проработки интерфейсов различного вида, в т.ч. в ходе взаимодействия организации-разработчика финального изделия и организации разработчика составной части, допускается использование упрощенных ЭГМ, например, габаритных.

Трехмерные электронные геометрические модели могут использоваться при разработке электронной технологической, эксплуатационной и ремонтной документации – в качестве основы для создания двумерных изображений или для непосредственного использования в качестве иллюстраций, в том числе анимированных.

Для ЭГМ, используемых для визуализации, могут быть предусмотрены сценарии анимации, с изменением точки обзора, интенсивности освещения, поворота изделия или с демонстрацией процессов сборки-разборки. При этом в составе ЭГМ могут не присутствовать мелкие объекты, не различимые глазом человека, отсутствие которых не мешает пониманию принципов работы изделия и его устройства.

Для задач визуализации, как правило, используется фасетное представление геометрии.

4.2.6 Трехмерная электронная геометрическая модель может содержать информацию о кинематике составных частей изделия, путем изображения составных частей в нескольких положениях, или путем математического описания траектории движения. Для деформируемых деталей (пружины, заклепки) могут быть заданы форма и размеры объекта в нескольких состояниях – исходном и деформированном (сжатом, изогнутом и т.д.).

4.2.7 Трехмерная электронная геометрическая модель может быть представлена в параметризованном виде, когда геометрические объекты представлены в виде математических функций одного или нескольких параметров, изменяющихся в заданной области. Такими параметрами могут быть отдельные размеры взаимное расположение деталей или сборочных единиц, траектория движения составных частей и т. д.

4.2.8 Трехмерная электронная геометрическая модель может содержать историю построения, позволяющую модифицировать ЭГМ путем возврата на один или несколько шагов и осуществления новых геометрических построений.

4.3 Форматы представления электронных геометрических моделей и их преобразование

4.3.1 Правила преобразования форматов установлены в ГОСТ Р 58676, определяющим преобразование содержательной части электронного документа.

Как правило, ЭГМ разрабатываются с использованием САПР и сохраняются в оригинальном формате САПР. При необходимости передачи ЭГМ организациям, использующим САПР отличные от тех, в которых эти ЭГМ были разработаны, или для долгосрочного хранения, ЭГМ представленные в оригинальном формате могут быть преобразованы в другой оригинальный (унифицированный) или стандартизованный формат. В ходе такого преобразования может измениться способ представления геометрии (например, из граничного представления – в фасетное). Результатом такого преобразования является производная ЭГМ.

Примечание — В ходе преобразования ЭГМ из одного формата представления в другой часть данных может быть потеряна из-за особенностей используемого формата. При этом производная ЭГМ перестает быть аутентичной по отношению к исходной ЭГМ и может рассматриваться как ее реплика. Степень соответствия производной ЭГМ по отношению к исходной ЭГМ можно оценить коэффициентом репликации, отражающем полноту передачи информации при выполнении преобразования (степень соответствия реплики оригиналу).

4.3.2 Для преобразования ЭГМ из оригинальных форматов в другие форматы используются специализированные программные средства, входящие в состав САПР или представляющие собой самостоятельные программные продукты третьих сторон (конверторы).

Указанные программные средства должны гарантировать корректность преобразования форматов (т.е. способность выполнить преобразование в соответствии с заданными требованиями). Эта способность подтверждается процедурами сертификации.

Примечание — Сертифицированное программное средство преобразования форматов ЭГМ – программное средство, для которого при использовании методики тестирования и набора тестов, установленных документами по стандартизации, установлена и документально зафиксирована способность выполнять преобразование в соответствии с заданными правилами (с заданной точностью, без потери геометрической и негеометрической информации и т. д.). Например, при применении стандартов STEP методики тестирования установлены ГОСТ Р ИСО 10303-31, ГОСТ Р ИСО 10303-32, ГОСТ Р ИСО 10303-34.

4.4 Типовые требования к форматам электронных геометрических моделей

4.4.1 Основным форматом представления ЭГМ является оригинальный формат САПР, с использованием которой ЭГМ разработана¹⁾.

Детализированные требования к форматам представления ЭГМ рекомендуется устанавливать в случаях уже рассмотренных в 4.2.2, а также:

- если предполагается обмен (передача и получение) ЭГМ в составе ЭКД между разными организациями-разработчиками и изготовителями изделия (составных частей изделия), использующими идентичные или разные САПР, когда имеется риск неправильной интерпретации получаемых данных. При этом при выборе формата определяющее значение имеет безошибочная передача геометрической информации (информации о форме и размерах), а также корректная передача производственно-технологической информации (PMI);

- если предполагается передача между разными организациями ЭГМ, предназначенных для изготовления изделий с применением аддитивных технологий;

- если предполагается передача в другую (стороннюю) организацию ЭГМ для разработки технологической, эксплуатационной (ремонтной) документации или учебно-тренировочных средств (учебных материалов), в которой ЭГМ используются в качестве иллюстраций;

- если предполагается передача ЭКД третьей стороне для последующего сопровождения и хранения, в том числе долговременного.

4.4.2 Требования к форматам ЭГМ, передаваемым между организациями-участниками разработки или между организацией-разработчиком и организацией-изготовителем.

При использовании обоими сторонами идентичных САПР – в технических требованиях к формату ЭГМ в договоре следует указывать версию САПР, параметры настройки (при необходимости), используемый формат.

При использовании предприятиями (разработчиком и изготовителем) разных САПР – рекомендуется использовать стандартизованные форматы.

Краткие сведения о наиболее широко используемых в промышленности форматах ЭГМ приведены в приложении А.

¹⁾ Выбор САПР (оригинальных форматов ЭГМ) не является предметом настоящего стандарта.

Примечания

1 Например, формат STEP по ГОСТ Р ИСО 10303-242 или формат JT по ГОСТ Р 59189 (вариант граничного представления геометрии с PMI). При использовании формата STEP передаваемые ЭГМ в составе ЭКД должны быть представлены в виде текстовых обменных файлов по ГОСТ Р ИСО 10303-21 или в виде XML-файлов по [1].

2 При представлении 3D моделей в стандартизованных форматах во избежание потери данных, оформленных с использованием штатных для используемых САПР механизмов аннотаций (шероховатость, допуски, справочные размеры и т.д.), допускается оформлять аннотации в виде графических изображений (дополнительных графических элементов, включенных в состав модели).

4.4.3 Допускается по согласованию сторон применение унифицированных форматов САПР с указанием их спецификации и необходимых параметров.

4.4.4 Для упрощения и ускорения визуализации при использовании граничных (твердотельных) ЭГМ большой сложности и размера, в ходе разработки, одновременно с граничным представлением геометрии, средствами САПР допускается создание и передача ЭГМ с фасетным представлением геометрии, используемым исключительно для визуализации.

4.4.5 При передаче ЭГМ для изготовления изделий с применением аддитивных технологий (3D печать, стереолитография и т. д.) должны применяться форматы фасетного представления ЭГМ.

4.4.6 Требования к форматам ЭГМ, предназначенным для визуализации и решения аналогичных задач.

Для ЭГМ, предназначенных для визуального восприятия человеком, рекомендуется использовать стандартизованные форматы фасетного представления.

Примечание — Например, формат JT по ГОСТ Р 59289 (фасетное представление геометрии), формат 3D PDF (U3D) [2], формат X3D [3], формат STL и др.

4.4.7 Для целей долговременного хранения рекомендуется использовать оригинальные форматы САПР, имеющие широкое распространение или стандартизованные форматы (см. приложение А).

Приложение А
(справочное)

**Некоторые унифицированные и стандартизованные форматы представления
трехмерных электронных геометрических моделей**

Формат 3D ЭГМ	Документ по стандартизации	Граничное представление геометрии (B-REP)	Поддержка PMI	Фасетное представление геометрии
PRT (Siemens NX)		Да	Да	Нет
Parasolid x_t, x_b		Да	Нет	Да
CATPART, CATPRODUCT (CATIA 5)		Да	Да	Да
3KE (CREO)		Да	Да	Да
SAT (ACIS)		Да	Да	Нет
DWG (ASM)		Да	Да	Нет
STL		Нет	Нет	Да
Universal 3D (U3D)	ECMA 363, ISO/IEC 14739-1:2014	Нет	Нет	Да
X3D	ISO/IEC 19775-1:2013	Нет	Нет	Да
C3D		Да	TBD	TBD
STEP	ГОСТ Р ИСО 10303-242	Да	Да	Да
JT	ГОСТ Р 59289	Да	Да	Да

Библиография

- [1] ISO/TS 10303-28:2007 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Представление данных о продукте и обмен. Часть 28. Методы внедрения. XML представления EXPRESS схем и данных, с помощью XML схем (Industrial automation systems and integration — Product data representation and exchange — Part 28: Implementation methods: XML representations of EXPRESS schemas and data)
- [2] ISO 14739-1:2014 Управление документооборотом. Использование 3D в формате компактного представления документа (PRC). Часть 1. PRC 10001 (Document management — 3D use of Product Representation Compact (PRC) format — Part 1: PRC 10001)
- [3] ISO/IEC 19775-1:2013 Информационная технология. Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Расширяемый 3D (X3D). Часть 1. Архитектура и базовые компоненты (Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation — Extensible 3D (X3D) — Part 1: Architecture and base components)

Ключевые слова: электронная геометрическая модель, формат представления
