ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 2.052— 2024

Единая система конструкторской документации

ЭЛЕКТРОННАЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗДЕЛИЯ

Основные положения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

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 продукции»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 ноября 2024 г. № 1708-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.rst.gov.ru)

©Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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..... 1
2 Нормативные ссылки..... 1
3 Термины, определения и сокращения..... 2
4 Общие положения..... 3
5 Классификация электронных геометрических моделей..... 4
6 Общие требования к электронным геометрическим моделям..... 5
6.1 Требования к основной геометрии..... 5
6.2 Требования к системе координат..... 6
6.3 Требования к вспомогательной геометрии..... 6
6.4 Требования к сохраненным видам, разрезам и сечениям..... 6
6.5 Требования к атрибутам геометрической модели..... 7
6.6 Требования к аннотациям..... 7
6.7 Требования к плоскостям обозначений и указаний..... 8
6.8 Требования к двумерным графическим изображениям..... 8
6.9 Требования к информационным уровням..... 8
6.10 Требования к форматам данных..... 9
Приложение А (справочное) Комментарии к пунктам стандарта..... 10
Приложение Б (справочное) Классификация электронных геометрических моделей..... 15
Приложение В (справочное) Примеры унифицированных и стандартизованных форматов данных электронных геометрических моделей..... 16
Библиография..... 17

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая система конструкторской документации

ЭЛЕКТРОННАЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗДЕЛИЯ

Основные положения

Unified system for design documentation.
Digital geometrical model.
General provisions

Дата введения — 2026—01—01
с правом досрочного применения

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает классификацию и общие требования к трехмерным электронным геометрическим моделям изделий и других объектов, связанных с изделием (отдельные конструктивные элементы изделий, материалы с геометрическим представлением, области пространства и т. п.), создаваемым для решения различных задач на стадиях разработки, производства и эксплуатации изделия.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на изделия машиностроения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.302 Единая система конструкторской документации. Масштабы

ГОСТ 2.305 Единая система конструкторской документации. Изображения — виды, разрезы, сечения

ГОСТ 2.317 Единая система конструкторской документации. Аксонометрические проекции

ГОСТ 8.417 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ГОСТ Р 2.005 Единая система конструкторской документации. Термины и определения

ГОСТ Р 2.056 Единая система конструкторской документации. Электронная модель детали. Общие требования

ГОСТ Р 2.057 Единая система конструкторской документации. Электронная модель сборочной единицы. Общие требования

ГОСТ Р 2.101 Единая система конструкторской документации. Виды изделий

ГОСТ Р 2.102 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов

ГОСТ Р 2.531 Единая система конструкторской документации. Электронная конструкторская документация. Виды преобразований

ГОСТ Р 2.810 Единая система конструкторской документации. Электронный макет изделия. Общие требования

ГОСТ Р 2.820 Единая система конструкторской документации. Нормативно-справочная информация. Основные положения

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

Издание официальное

ГОСТ Р ИСО 9241-8 Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 8. Требования к отображаемым цветам

ГОСТ Р ИСО 9241-129 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 129. Руководство по индивидуализации программного обеспечения

ГОСТ Р ИСО 10303-1 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы

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 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 2.005, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **вид (геометрической модели):** Изображение геометрической модели на экране, полученное при определенном положении камеры с учетом конкретных значений параметров визуализации (источники освещения, режимы отображения, скрытие элементов модели и т. п.).

Примечание — Такое изображение может включать в себя дополнительную информацию, связанную с геометрической моделью.

3.1.2 **геометрическая модель (объекта):** Совокупность геометрических данных, описывающих объект моделирования.

Примечание — Выделяют основную и вспомогательную геометрию модели.

3.1.3 **главный вид (геометрической модели):** Сохраненный вид геометрической модели, который дает наиболее полное представление о форме, размерах и функционировании объекта моделирования.

3.1.4 **граничное представление геометрических данных:** Метод представления геометрических данных с помощью математически точного аналитического описания границ объекта моделирования.

3.1.5 **каркасная геометрическая модель:** Геометрическая модель, в которой форма объекта моделирования представлена в виде совокупности точек и ограниченных кривых.

3.1.6 **компонент (геометрической) модели:** Геометрическая модель составной части сборочной единицы или другого объекта моделирования.

3.1.7 **конструктивно-блочное представление геометрических данных:** Метод представления геометрических данных как результата выполнения последовательности упорядоченных логических операций с элементарными твердыми телами.

3.1.8 **объект (моделирования):** Изделие, конструктивный элемент изделия, материал, область пространства и т. п., имеющие геометрическое представление, форму и размеры, для которых создается электронная геометрическая модель.

3.1.9 **параметр геометрической модели:** Переменная, применяемая в качестве аргумента в математических выражениях, используемых для построения параметризованной геометрической модели.

Примечания

1 Конкретное значение параметра модели может задаваться вручную или вычисляться (в том числе как функция других параметров этой или связанных друг с другом геометрических моделей) в ходе разработки или применения электронной геометрической модели.

2 Параметром геометрической модели может быть, например, размер геометрического элемента. В этом случае размеры, используемые в качестве параметров, называют управляющими размерами.

3 Указанные замечания относятся как к основной, так и к вспомогательной геометрии.

3.1.10 **поверхностная геометрическая модель:** Геометрическая модель, в которой форма объекта моделирования представлена в виде совокупности точек, кривых и ограниченных поверхностей.

Примечания

1 Поверхностная модель объекта позволяет для любой точки пространства определить, принадлежит ли точка поверхности объекта.

2 Поверхностная модель позволяет описать форму и вычислить площадь поверхности объекта.

3.1.11 **правосторонняя система координат:** Прямоугольная система координат, в которой при взгляде с положительного направления оси Z на плоскость XY ось X условно совмещается с осью Y поворотом против часовой стрелки.

3.1.12 **разрез (геометрической модели):** Режим отображения геометрической модели, в котором видима только часть геометрической модели, полученная в результате полного или частичного ее рассечения одной или несколькими секущими плоскостями и скрытия геометрических элементов, расположенных между секущей плоскостью и камерой.

3.1.13 **сечение (геометрической модели):** Режим отображения геометрической модели, в котором видима только часть геометрической модели, совпадающая с секущей плоскостью.

3.1.14 **твердотельная геометрическая модель:** Полное трехмерное представление номинальной формы изделия таким образом, что для любой точки пространства можно определить, находится ли точка внутри твердотельной модели, на границе твердотельной модели или вне твердотельной модели.

Примечание — Твердотельная модель позволяет описать форму, вычислить объем, площадь поверхности и массу объекта (при наличии сведений о плотности материала).

3.1.15 **фасетное представление геометрических данных:** Метод представления геометрических данных в виде конечного числа аппроксимирующих многогранников.

3.1.16 **электронная геометрическая модель:** Компьютерная модель, описывающая преимущественно геометрическую форму, номинальные размеры и иные параметры объекта моделирования, связанные с формой и размерами.

Примечание — Электронная геометрическая модель включает геометрические данные (собственно геометрическую модель) и негеометрическую информацию (аннотации, параметры, атрибуты модели и т. п.).

3.2 В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

ЕСКД — Единая система конструкторской документации;

ПОУ — плоскость обозначений и указаний;

ПСГМ — программное средство геометрического моделирования;

СЧ — составная часть;

ЭГМ — электронная геометрическая модель.

4 Общие положения

4.1 ЭГМ изделия предназначены для решения следующих основных задач:

а) описания конструкции изделия в целом и его характеристик, связанных с его геометрической формой и расположением его СЧ в пространстве[1]);

б) визуализации облика (в т. ч. окрашивание цветом, наложение текстуры материалов и пр.) изделия в демонстрационных и ознакомительных целях;

в) выполнения инженерных расчетов (в т. ч. связанных с взаимодействием изделия с окружением);

г) разработки эксплуатационной документации (в т. ч. для подготовки иллюстраций по обслуживанию, ремонту и пр.);

д) технологической подготовки производства;

е) изготовления (в т. ч. сборки и монтажа) и контроля изделия;

ж) проверки соответствия изделия заданным требованиям;

и) иных задач в соответствии с назначением ЭГМ.

[1]) Более подробная информация, относящаяся к тексту настоящего стандарта, приведена в приложении А.

Примечание — Положения настоящего стандарта относятся к изделиям и другим объектам моделирования, для которых эти положения применимы.

4.2 ЭГМ изделия является первоисточником данных для расчета характеристик и свойств изделия, связанных с формой и размерами, а также для выпуска электронной конструкторской документации.

4.3 ЭГМ разрабатывают с применением ПСГМ.

4.4 ЭГМ изделия или другого объекта моделирования может включать:

а) геометрическую модель объекта (основная геометрия, вспомогательная геометрия, структура модели);

б) информацию об используемых системах координат;

в) атрибуты;

г) аннотации;

д)параметры;

е) сохраненные виды, разрезы, сечения;

ж) плоскости обозначений и указаний;

и) двумерные графические изображения;

к) историю построений (информация о порядке формирования основной и вспомогательной геометрии в ЭГМ);

л) дополнительную информацию, в т. ч. в соответствии с 4.5.

4.5 Дополнительная информация, используемая для визуализации ЭГМ, может включать:

а) положение камеры;

б) характеристики источников освещения;

в) стили геометрических элементов (цвета, текстуры, прозрачности, начертания);

г) информационные уровни и т. п.

4.6 Применяемые в ЭГМ единицы величин, их наименования и обозначения, а также синтаксические правила их указания при определении номинальных значений величин и их предельных отклонений должны соответствовать [1] и ГОСТ 8.417.

5 Классификация электронных геометрических моделей

5.1 ЭГМ подразделяют на виды по следующим признакам классификации:

а) по виду моделируемого объекта;

б) виду геометрической модели;

в) методу представления геометрических данных;

г) наличию параметров геометрической модели;

д) полноте сведений об истории построений;

е) назначению.

Обобщенная схема классификации ЭГМ приведена в приложении Б.

5.2 Виды ЭГМ используют при установлении требований к конструкторским и технологическим документам, содержащим ЭГМ, а также для задания требований к ЭГМ в технических заданиях.

5.3 По виду моделируемого объекта выделяют следующие виды ЭГМ:

а) простая;

б) многотельная;

в) составная.

5.3.1 Простая ЭГМ включает одно твердое тело и используется для описания неспецифицированного изделия или другого объекта моделирования, для которого при решении конкретной инженерной задачи не выделяются элементы, моделируемые отдельно.

5.3.2 Многотельная ЭГМ включает несколько твердых тел и используется для описания неспецифицированного изделия или другого объекта моделирования, свойства которого требуют его описания в виде нескольких тел с разными характеристиками (например, плотностью).

5.3.3 Составная ЭГМ включает сведения о структуре модели, в которой имеются ссылки на компоненты модели. Составную ЭГМ используют для описания специфицированного изделия или другого объекта моделирования, для которого при решении конкретной инженерной задачи выделяются элементы, моделируемые отдельно.

5.4 По виду геометрической модели выделяют следующие виды ЭГМ:

а) твердотельная;

б)поверхностная;

в)каркасная;

г) гибридная (в которой одновременно применяются методы твердотельного и поверхностного моделирования).

5.5 По методу представления геометрических данных выделяют следующие виды ЭГМ:

а) с граничным представлением[1]);

б) конструктивно-блочным представлением[2]);

в) фасетным представлением.

5.6 По использованию параметров модели выделяют следующие виды ЭГМ:

а) параметризованная (параметрическая);

б) непараметризованная (непараметрическая).

5.7 По полноте сведений об истории построений выделяют следующие виды ЭГМ:

а) с историей построений;

б) без истории построений.

5.8 По назначению выделяют следующие виды ЭГМ:

а) ориентированная на визуальное восприятие человеком;

б) предназначенная преимущественно для интерпретации автоматизированными системами;

в) комбинированная.

5.8.1 ЭГМ, ориентированная на визуальное восприятие человеком, может включать в себя текстовые и графические аннотации, содержащие дополнительные требования к изготовлению и контролю, текстовые технические требования, условные обозначения шероховатости и т. д.

5.8.2 ЭГМ, предназначенная преимущественно для интерпретации автоматизированными системами, содержит все необходимые данные для работы автоматизированных систем без участия человека (основная геометрия, атрибуты и т. п.), при этом не исключается возможность использования данной ЭГМ человеком. Такая ЭГМ может быть обработана встроенными программными средствами технологического оборудования, измерительных машин и др., например ЭГМ для оборудования с программным управлением.

6 Общие требования к электронным геометрическим моделям

6.1 Требования к основной геометрии

6.1.1 В ЭГМ обязательно должна содержаться основная геометрия, определяющая характеристики объекта моделирования, требующиеся для решения той задачи, для которой разработана модель.

Основная геометрия составной ЭГМ складывается из основной геометрии всех компонентов модели, на которые имеются ссылки в структуре модели.

6.1.2 Геометрическую модель объекта в ЭГМ выполняют по номинальным размерам.

Допускается выполнение размеров с учетом предельных отклонений, если это необходимо для решаемой задачи. Требования к построению таких геометрических моделей и к их использованию в электронных макетах изделий должны быть определены стандартами организации.

6.1.3 Разработчик с учетом назначения ЭГМ, действующих документов по стандартизации и особенностей решаемой задачи устанавливает:

а) вид модели объекта и метод представления геометрических данных;

б) требования к точности моделирования линейных и угловых размеров;

в) требования к параметрам геометрической целостности и корректности геометрических элементов, а также правила контроля таких параметров;

г) правила использования стилей геометрических элементов (цвета, текстуры, прозрачности и других параметров отображения).

6.1.4 Цвета элементов основной геометрии должны быть контрастными по отношению к фону модельного пространства. Рекомендуемые цвета могут быть определены в стандарте организации.

[1]) В международных стандартах используется сокращение «B-Rep» (boundary representation).

[2]) В международных стандартах используется сокращение «CSG» (constructive solid geometry).

6.2 Требования к системе координат

6.2.1 В ЭГМ рекомендуется использовать правостороннюю систему координат, если заданием на разработку (техническим заданием) не определена другая система координат.

Допускается применение левосторонней системы координат при создании геометрической модели, являющейся зеркальным отражением другой геометрической модели, и в других технически обоснованных случаях.

6.2.2 В одной ЭГМ допускается использовать несколько разных систем координат, если это необходимо для решаемой задачи.

6.3 Требования к вспомогательной геометрии

6.3.1 К вспомогательной геометрии в ЭГМ относят точки, оси, плоскости, а также другие геометрические элементы, которые используют при построении и отображении основной геометрии, в т. ч. элементы конструктивной обстановки.

6.3.2 Вспомогательную геометрию включают в ЭГМ при необходимости.

6.3.3 Вспомогательную геометрию не следует учитывать при расчете массоинерционных характеристик моделируемого объекта.

6.3.4 Вспомогательная геометрия должна быть отделена ПСГМ от основной геометрии объекта моделирования (например, размещена в отдельных модельных пространствах, на отдельных информационных уровнях).

6.3.5 Рекомендуется использовать стили геометрических элементов вспомогательной геометрии (цвета, текстуры, прозрачности и других параметров отображения), отличные от основной геометрии.

6.4 Требования к сохраненным видам, разрезам и сечениям

6.4.1 Общие положения

6.4.1.1 Сохраненные виды, разрезы и сечения используют в ЭГМ для обеспечения полного и четкого представления об изделии и корректного отображения аннотаций. Решение об их использовании принимает разработчик с учетом действующих документов по стандартизации и особенностей решаемой задачи.

6.4.1.2 Общие требования к видам, разрезам и сечениям в ЭГМ — по ГОСТ 2.305 с дополнениями, приведенными в настоящем стандарте.

6.4.1.3 Количество сохраненных видов, разрезов и сечений в ЭГМ должно быть минимально достаточным для обеспечения полного и четкого представления об изделии.

6.4.2 Виды

6.4.2.1 Основными сохраненными видами в ЭГМ являются:

а) аксонометрические виды (аксонометрические проекции — по ГОСТ 2.317);

б) вид спереди (плоскость экрана параллельна плоскости ХУ системы координат модели, а положительное направление оси Z направлено к экрану);

в) вид сверху (плоскость экрана параллельна плоскости XZ системы координат модели, а положительное направление оси У направлено к экрану);

г) вид снизу (плоскость экрана параллельна плоскости XZ системы координат модели, а положительное направление оси У направлено от экрана);

д) вид справа (плоскость экрана параллельна плоскости YZ системы координат модели, а положительное направление оси X направлено к экрану);

е) вид слева (плоскость экрана параллельна плоскости У/ системы координат модели, а положительное направление оси X направлено от экрана);

ж) вид сзади (плоскость экрана параллельна плоскости ХУ системы координат модели, а положительное направление оси Z направлено от экрана).

6.4.2.2 ЭГМ должна иметь главный вид. В качестве главного вида рекомендуется использовать один из аксонометрических видов.

6.4.2.3 Допускается создание дополнительных сохраненных видов, обеспечивающих надлежащую визуализацию геометрической модели, аннотаций и геометрических элементов, к которым они относятся. Количество дополнительных сохраненных видов должно быть минимально необходимым для решения поставленных задач.

6.4.2.4 Каждый дополнительный сохраненный вид должен иметь соответствующее наименование.

Наименования дополнительных видов должны начинаться со слов «вид А», «вид Б» и т. п. и могут быть дополнены описанием вида.

В наименовании вида на конкретный геометрический элемент должно быть указано количество таких элементов в геометрической модели.

6.4.2.5 Допускается совмещение сохраненного вида с разрезом или сечением.

6.4.2.6 Допускается не указывать направление проецирования в ЭГМ, а также не соблюдать в дополнительных видах проекционную связь с основными видами.

6.4.2.7 При необходимости приведения в ЭГМ развертки листового тела она должна быть показана на отдельном виде с наименованием «Развертка».

6.4.3 Разрезы и сечения

6.4.3.1 Наименования разрезов должны начинаться со слов «разрез А—А», «разрез Б—Б» и т. п. и могут быть дополнены описанием разреза.

6.4.3.2 Наименования сечений должны начинаться со слов «сечение А—А», «сечение Б—Б» и т. п. и могут быть дополнены описанием сечения.

6.4.3.3 Допускается не показывать штриховку в разрезах и сечениях.

6.5 Требования к атрибутам геометрической модели

6.5.1 Атрибуты ЭГМ предназначены для интерпретации автоматизированными системами и для визуального восприятия человеком.

6.5.2 В виде атрибутов представляют общую информацию об объекте моделирования, а также информацию об отдельных геометрических элементах.

6.5.3 Атрибуты в ЭГМ могут быть выполнены в виде ссылок на элементы нормативно-справочной информации по ГОСТ Р 2.820.

Способ реализации в ПСГМ атрибутов в виде ссылок должен обеспечивать возможность замены ссылки на значения при передаче ЭГМ без необходимости повторного утверждения ЭГМ.

6.5.4 Атрибуты ЭГМ могут быть визуализированы в пространстве модели в виде аннотаций (см. 6.6).

6.6 Требования к аннотациям

6.6.1 При необходимости в ЭГМ включают аннотации. Информация, выполненная в виде аннотаций, предназначена для визуального восприятия человеком.

6.6.2 Аннотации подразделяют на следующие виды:

а) директивные (первичные), являющиеся единственным источником безусловных требований к объекту моделирования;

б) ссылочные (вторичные), предназначенные для визуализации значений атрибутов, геометрических и физических характеристик геометрической модели (первичным источником требования является атрибут или характеристика геометрической модели);

в) служебные, предназначенные для отображения дополнительной информации или комментариев на усмотрение разработчика, например: ссылка на связанный с ЭГМ чертеж или комментарий разработчика по поводу выбранного способа построения расчетной сетки.

Примечание — При необходимости могут быть использованы комбинации видов аннотаций. Например, при указании предельных отклонений размеров отклонение определено директивно (директивная аннотация), а номинальный размер представлен в виде ссылки на атрибут геометрической модели (ссылочная аннотация).

6.6.3 Директивные аннотации не должны противоречить геометрической модели и атрибутам ЭГМ, а также друг другу.

6.6.4 Аннотации должны быть связаны с геометрической моделью в целом или с отдельными геометрическими элементами. Если такая связь аннотации и геометрического элемента предусмотрена, то должно быть однозначно понятно, к какому геометрическому элементу относится данная аннотация.

6.6.5 Для размещения аннотаций в ЭГМ рекомендуется использовать главный вид. При необходимости для размещения отдельных аннотаций можно использовать другие сохраненные виды. Для каждого сохраненного вида аннотации размещают на одной или нескольких ПОУ в пространстве модели.

6.6.6 Аннотации, размещенные на разных ПОУ, не должны пересекаться или накладываться друг на друга и на основную геометрию ЭГМ при отображении сохраненного вида, предназначенного для визуализации этих аннотаций.

6.6.7 Аннотации, размещенные на разных сохраненных видах, не должны пересекаться или накладываться друг на друга при отображении на одном из этих видов.

6.6.8 При изменении вида в ЭГМ отображение аннотации (направление текста) в обоснованных случаях может изменяться для удобства его чтения (см. рисунок 1).

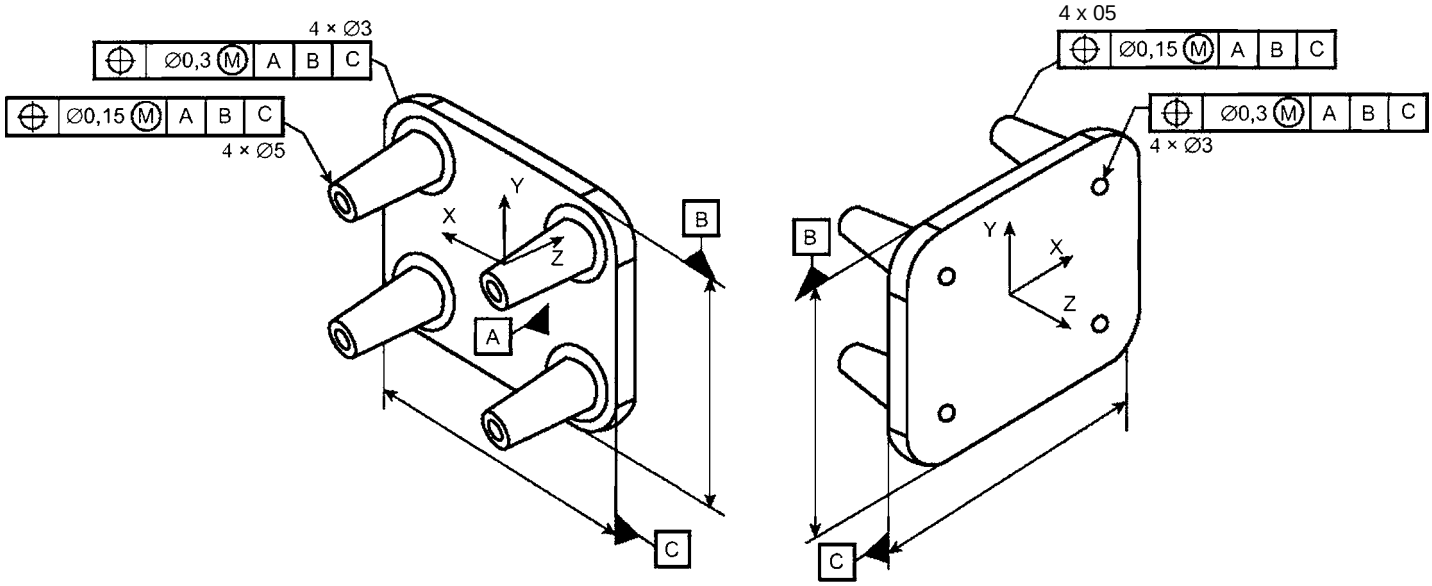


Рисунок 1 — Пример отображения аннотаций на различных видах

6.7 Требования к плоскостям обозначений и указаний

6.7.1 ПОУ включают в ЭГМ при необходимости.

6.7.2 Каждая ПОУ должна быть параллельной плоскости экрана в одном из сохраненных видов.

Для аксонометрических видов ПОУ должна быть параллельной или совпадать с одной из плоскостей аксонометрического вида либо должна быть параллельной плоскости экрана.

6.7.3 При наличии ПОУ в ЭГМ их расположение должно быть обоснованным, а количество — минимально необходимым для решения поставленных задач.

6.7.4 Количество ПОУ и их размещение в модельном пространстве устанавливает разработчик с учетом требований документов по стандартизации и назначения ЭГМ.

6.8 Требования к двумерным графическим изображениям

6.8.1 Допускается в ЭГМ включать отделенные от геометрической модели (вынесенные) двумерные графические изображения, представляющие собой виды, разрезы, сечения моделируемого объекта.

6.8.2 Двумерные графические изображения (виды, разрезы, сечения) моделируемого объекта в ЭГМ должны быть ассоциативно (параметрически) связаны с основной и/или вспомогательной геометрией модели.

6.8.3 Виды, разрезы и сечения выполняют и размещают в модельном пространстве ЭГМ с учетом требований ГОСТ 2.305.

6.9 Требования к информационным уровням

6.9.1 В ЭГМ рекомендуется применять информационные уровни, если они поддерживаются применяемыми ПСГМ.

6.9.2 Наименования и назначение информационных уровней выбирает разработчик с учетом действующих документов по стандартизации, назначения ЭГМ и решаемой задачи.

6.9.3 При использовании информационных уровней все элементы основной и вспомогательной геометрии должны быть отнесены как минимум к одному информационному уровню.

6.10 Требования к форматам данных

6.10.1 ЭГМ может быть представлена в оригинальном, унифицированном или стандартизованном форматах данных.

Краткие сведения о некоторых унифицированных и стандартизованных форматах данных ЭГМ приведены в приложении В.

6.10.2 Для решения различных задач [например, для передачи в другие организации и (или) автоматизированные системы, для долговременного хранения] ЭГМ может быть преобразована в другой формат данных с учетом требований ГОСТ Р 2.531.

6.10.3 Требования к форматам данных ЭГМ изделия, передаваемым между организациями (в составе конструкторских документов):

- при использовании обеими сторонами однотипных ПСГМ: в технических требованиях к формату ЭГМ в договоре следует указывать версию программного обеспечения, параметры настройки (при необходимости), применяемый формат данных;

- при использовании предприятиями разных ПСГМ: рекомендуется применять стандартизованные или унифицированные форматы данных с указанием их спецификаций и необходимых параметров.

6.10.4 Для целей долговременного хранения ЭГМ изделия рекомендуется использовать унифицированные форматы, имеющие широкое распространение, или стандартизованные форматы (см. приложение В).

6.10.5 Для упрощения и ускорения визуализации при использовании сложных ЭГМ в ходе разработки одновременно с граничным представлением геометрии допускается создание связанного альтернативного представления ЭГМ с фасетным, каркасным или иным способом упрощенного представления геометрии.

Приложение А
(справочное)

Комментарии к пунктам стандарта

А.1 Комментарий к разделу 2 «Нормативные ссылки»

А.1.1 В соответствии с ГОСТ Р 2.102 в состав комплекта конструкторской документации на изделия, виды которых установлены ГОСТ Р 2.101 (детали, сборочные единицы, комплекты и комплексы), могут входить следующие виды конструкторских документов:

- электронная модель детали;
- электронная модель сборочной единицы;
- электронная модель специализированная (функциональная модель изделия, модель общего вида, компоновочная модель функциональной системы или финального изделия/образца в целом).

А.1.2 В настоящем стандарте изложены требования к электронным геометрическим моделям в целом, общие для геометрических моделей разных видов, в т. ч. для моделей изделий по ГОСТ Р 2.101, моделей финальных изделий, моделей средств технологического оснащения (инструмента, оснастки, оборудования и т. д.).

А.1.3 Требования к видам конструкторских документов, содержащим электронные геометрические модели, приведены в отдельных стандартах, например в ГОСТ Р 2.056, ГОСТ Р 2.057. Такие требования также планируется привести в стандартах, запланированных к разработке («Электронная геометрическая модель финального изделия функциональная», «Электронная геометрическая модель финального изделия компоновочная» и др.).

А.1.4 Совокупность электронных моделей, в т. ч. геометрических, может быть объединена в электронный макет изделия по ГОСТ Р 2.810, в состав которого могут входить как геометрические модели, так и модели негеометрических свойств и характеристик изделия, описывающих надежность, прочность, аэро-, гидро-, термодинамику и др.

А.1.5 Взаимосвязь стандартов ЕСКД, устанавливающих требования к геометрическим моделям, в т. ч. к их разработке и применению, показана на рисунке А.1.

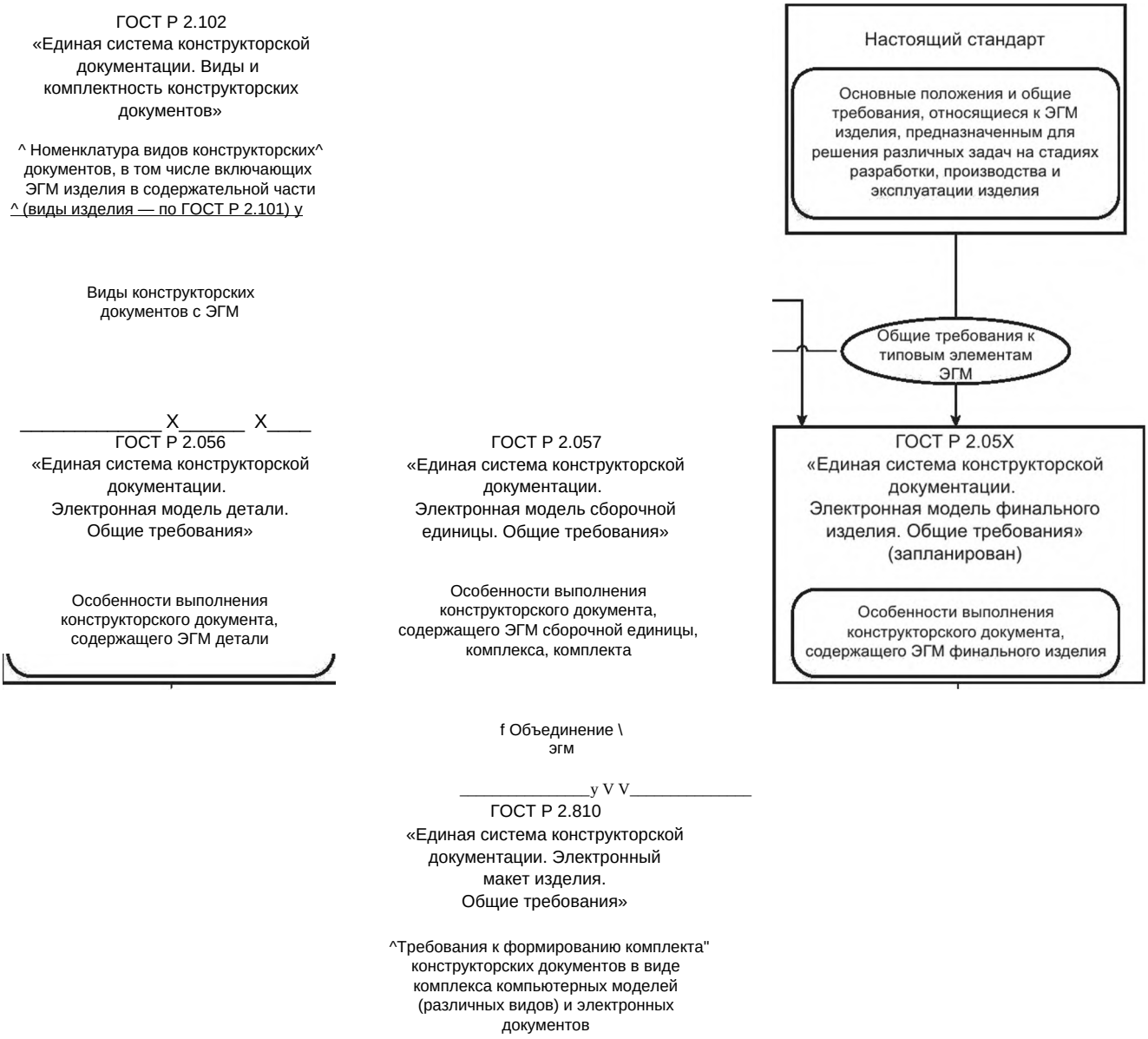


Рисунок А.1 — Взаимосвязь стандартов ЕСКД, устанавливающих требования к ЭГМ и конструкторским документам, включающим ЭГМ

А.2 Комментарий к 4.1

А.2.1 Перечисление а). ЭГМ изделия входит в содержательную часть различных конструкторских документов, например, в электронную модель детали по ГОСТ Р 2.056 или в электронную модель сборочной единицы по ГОСТ Р 2.057. Если ЭГМ предназначена для отработки компоновочных решений, увязки узлов и деталей, проработки интерфейсов различного вида, в т. ч. в ходе взаимодействия между разработчиком конечного изделия и разработчиком СЧ, допускается использование упрощенных ЭГМ, например габаритных. В состав таких ЭГМ в виде аннотаций может быть включена негеометрическая информация, необходимая для понимания предлагаемых проектных решений. В ходе разработки изделия степень детализации ЭГМ, как правило, увеличивается при переходе от одной стадии разработки к другой.

А.2.2 Перечисление г). ЭГМ могут быть использованы при разработке электронной технологической, эксплуатационной и ремонтной документации в качестве основы для создания двумерных изображений или для непосредственного использования в качестве иллюстраций, в т. ч. анимированных.

А.2.3 Перечисление д). Если ЭГМ предназначена для разработки технологической оснастки и/или управляющих программ для технологического оборудования, степень детализации и математическая точность представления размеров должны соответствовать решаемой задаче.

А.2.4 Перечисление и). Для специализированных ЭГМ, используемых в демонстрационных целях, могут быть предусмотрены сценарии анимации, с изменением положения камеры, интенсивности освещения, поворота изделия или с демонстрацией процессов сборки-разборки. При этом в ЭГМ могут отсутствовать малые объекты, не существенные для целей демонстрации.

А.3 Комментарий к 4.4

А.3.1 Перечисления в) и г). Аннотации и атрибуты в ЭГМ в том числе могут содержать следующую информацию:

- 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.;
- физические характеристики изделия (масса, свойства материала и т. п.), необходимые для проведения инженерных расчетов;
- дополнительные сведения, необходимые для разработки технологических процессов и выполнения заданных требований к продукции в ходе ее изготовления.

А.3.2 Эти сведения в англоязычной литературе обозначаются понятием PMI (Product Manufacturing Information).

А.4 Комментарий к 5.3.2

Многотельную ЭГМ используют, например, при моделировании детали, полученной в результате неразъемного соединения, наплавки, имеющей покрытия, или детали, части которой могут менять свою плотность в зависимости от температуры.

А.5 Комментарий к 5.4

А.5.1 Перечисление а). Твердотельная модель позволяет выполнять точные расчеты массы, прочности, моментов инерции, а также производить детали на высокоточном оборудовании.

Таким образом, твердотельная модель может применяться:

- для определения массоинерционных характеристик;
- разработки технологии изготовления;
- моделирования взаимодействия изделий в кинематических схемах;
- расчетов прочности;
- создания цифрового двойника изделия для сопровождения жизненного цикла изделия.

К недостаткам твердотельной модели можно отнести большую трудоемкость разработки и повышенные требования к вычислительным ресурсам и памяти.

А.5.2 Перечисление б). Поверхностное моделирование — это процесс создания электронных геометрических моделей, которые представляют собой только внешнюю поверхность моделируемых объектов.

Поверхностная модель:

- может быть получена путем 3О-сканирования реального объекта в целях создания копии или для процесса обратного инжиниринга;
- позволяет создавать реалистичные объекты (особенно с использованием текстур) для целей визуализации, анализа и проектирования, используя поверхности и их свойства;
- может быть использована при проектировании формы поверхности, моделировании обтекания жидкостями и газами изделий сложной формы и т. п.

Основными сферами применения поверхностной модели являются:

- визуализация объекта сложной криволинейной формы;
- визуализация реальных объектов, полученных путем 3О-сканирования;
- визуализация объекта с определением дизайна, цветовых решений и эргономики;
- проектирование оптимальной формы с последующим созданием твердотельной модели на основе полученной формы;
- аэро- и гидродинамические расчеты и др.

А.5.3 Перечисление в). Каркасная модель может быть применена, например, для создания моделей со сложными поверхностями, для имитации на оборудовании с программным управлением траектории движения инструмента, выполняющего несложные операции обработки детали, такие как фрезерование по двум или трем осям. Кроме того, каркасная модель может быть использована для наглядного представления стержневых моделей, например для расчета прочности ферменных конструкций.

Учитывая, что каркасная модель не требует затрат для вычисления освещенности граней (ввиду их отсутствия) и создается при помощи простых графических элементов (точек, отрезков и кривых), она требует меньше памяти и вычислительной мощности в отличие от других моделей, соответственно позволяет сэкономить программные ресурсы и повысить быстродействие визуализации.

При этом каркасное моделирование представляет собой моделирование низкого уровня и имеет ряд существенных ограничений, большинство из которых возникает из-за недостатка информации о гранях, заключенных между линиями, и вследствие невозможности выделить внутреннюю и внешнюю области изображения твердого объемного тела.

Каркасная модель может содержаться в твердотельной ЭГМ в качестве представления на отдельном информационном уровне либо может быть получена из твердотельной модели динамически с помощью ПСГМ.

А.6 Комментарий к 5.5

На этапах разработки рабочей конструкторской документации, изготовления опытных образцов и при производстве изделий методами механической обработки в ЭГМ, как правило, включают геометрию изделия в граничном представлении, выполненную с высокой степенью детализации и с требуемой точностью, а также технические требования, представленные в виде аннотаций или атрибутов.

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

А.7 Комментарий к 5.6

Одним из видов параметризации ЭГМ является история построений, в которой перечисляют все выполненные при построении модели действия (например, формирование отверстия) с указанием использованных для этих действий параметров (например, размеров). Изменения параметров приводят при перестроении модели.

Более сложным вариантом использования параметризации ЭГМ является установление зависимостей между геометрией нескольких взаимосвязанных изделий таким образом, что изменение параметров ЭГМ одного изделия приводит к автоматическому или полуавтоматическому (требуется подтверждение от разработчика модели) изменению параметров ЭГМ другого изделия.

А.8 Комментарий к 6.1.4

При выборе цветов геометрической модели рекомендуется учитывать положения ГОСТ Р ИСО 9241-8 и ГОСТ Р ИСО 9241-129. Рекомендуется сохранять возможность индивидуального выбора сочетания цветов пользователем.

А.9 Комментарий к 6.3.1

К вспомогательной геометрии в контексте настоящего стандарта не относят ПОУ, двумерные графические изображения, аннотации.

А.10 Комментарий к 6.6.1

Формат и полнота аннотирования ЭГМ определены назначением ЭГМ с учетом требований потребителя ЭГМ.

При оформлении модели аннотациями следует придерживаться принципа минимального числа ПОУ, необходимого для качественного восприятия информации человеком.

Следует избегать расположения аннотаций поверх геометрии модели. В случае обоснованной необходимости такого расположения аннотации следует выполнять на фоне, контрастном по отношению к геометрии модели.

При нанесении аннотаций применяют условные обозначения, установленные в стандартах ЕСКД. Размеры условных обозначений следует определять исходя из соображений визуального восприятия, четкости и наглядности и выдерживать в одинаковом стиле в случае многократного применения в модели.

А.11 Комментарий к 6.10.2

При выборе ПСГМ и оригинального формата данных ЭГМ изделия учитывают:

- назначение ЭГМ, в т. ч. содержание решаемых задач на разных стадиях жизненного цикла 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.);
- необходимость моделирования движения СЧ;
- необходимость включения в ЭГМ информации для изготовления;
- необходимость использования параметризации;
- необходимость сохранения истории построений;
- требуемую скорость загрузки (открытия) ЭГМ и т. п.

А.12 Комментарий к 6.10.3

Для преобразования ЭГМ из формата разработки в другие форматы данных используют специализированные программные средства, входящие в состав ПСГМ или представляющие собой самостоятельные программные продукты третьих сторон (конвертеры). Такие программные средства должны обеспечивать корректность преобразования форматов данных (т. е. способность выполнить преобразование в соответствии с заданными требованиями, установленными для конкретной решаемой задачи). При преобразовании форматов ЭГМ, содержащихся в конкретных конструкторских документах, следует руководствоваться положениями ГОСТ Р 2.531.

А.13 Комментарий к 6.10.4

Для задач долговременного хранения определяющими факторами являются стабильность и однозначность спецификации формата данных, как гарантии возможности использования ЭГМ по истечении длительного периода времени.

Приложение Б
(справочное)

Классификация электронных геометрических моделей

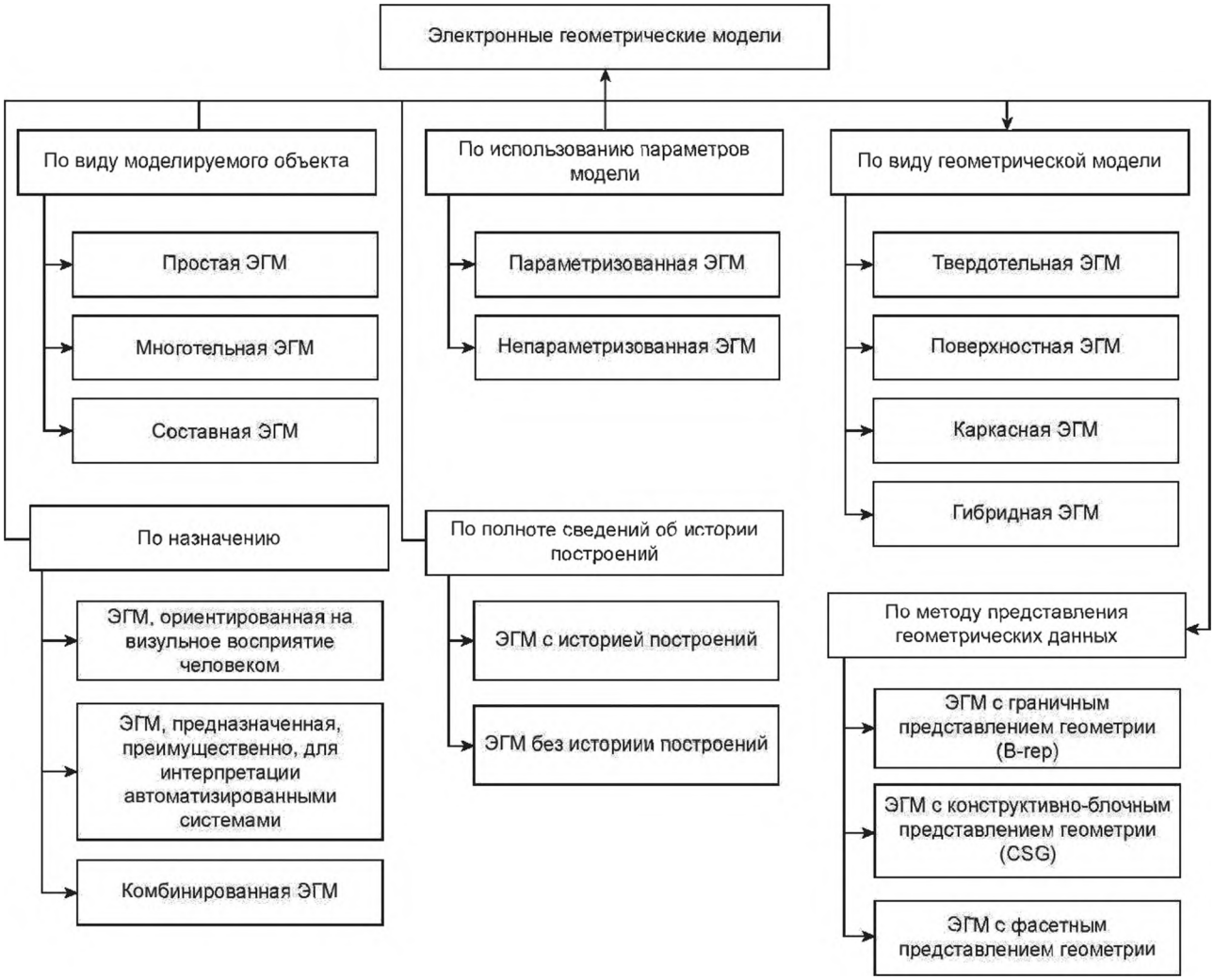


Рисунок Б.1 — Классификация ЭГМ

Приложение В
(справочное)

Примеры унифицированных и стандартизованных форматов данных электронных геометрических моделей

Таблица В.1 — Примеры унифицированных и стандартизованных форматов данных

Наименование формата	Унифицированный/ стандартизованный (ссылка на документ)	Граничное представление геометрии	Фасетное представление геометрии	Поддержка аннотаций
Parasolid x_t, x_b	Унифицированный	Да	Да	Нет
SAT (ACIS)	Унифицированный	Да	Нет	Да
DWG	Унифицированный	Да	Нет	Да
STL	Унифицированный	Нет	Да	Нет
Universal 3D (U3D)	См. [2]	Нет	Да	Нет
Product Representation Compact (PRC)	См. [3]	Нет	Да	Да
X3D	См. [4]	Нет	Да	Нет
STEP	По ГОСТ Р ИСО 10303-1	Да	Да	Да
JT	По ГОСТ Р 59189	Да	Да	Да
Примечание — Для ЭГМ, предназначенных для визуального восприятия человеком, рекомендуется использовать стандартизованные форматы данных фасетного представления.				

Библиография

[1] Постановление Правительства Российской Федерации от 31 октября 2009 г. № 879 «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации»

[2] Стандарт ECMA 363 Европейской ассоциации владельцев предприятий по вычислительной технике — Формат файлов Universal 3D (Universal 3D file format)

[3] ИСО 14739-1:2014 — Управление документооборотом. Использование 3D в формате компактного представления документа (PRC). Часть 1. PRC 10001

[4] ИСО/МЭК 19775-1:2023 — Информационная технология. Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Расширяемый 3D (X3D). Часть 1. Архитектура и базовые компоненты

УДК 62(084.11):006.354 ОКС 01.100

Ключевые слова: электронная геометрическая модель, классификация геометрических моделей, основная геометрия, вспомогательная геометрия, сохраненные виды, разрезы, сечения, система координат, атрибут, аннотация, плоскость обозначений и указаний, информационный уровень, формат данных

Редактор Л С. *Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 27.11.2024. Подписано в печать 17.12.2024. Формат 60х847s. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,32.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru