ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57412— 2017

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ В ПРОЦЕССАХ РАЗРАБОТКИ, ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ

Общие положения

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский центр «Прикладная Логистика» (АО НИЦ «Прикладная Логистика»), Открытым акционерным обществом «Т-Платформы» (ОАО «Т-Платформы») и Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт стандартизации и унификации» (ФГУП «НИИСУ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии» совместно с Техническим комитетом по стандартизации ТК 482 «Интегрированная логистическая поддержка экспортируемой продукции военного назначения»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 марта 2017 г. № 110-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2018 г.

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 182-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, 2018

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
3.1 Термины и определения 2
3.2 Сокращения 2
4 Основные положения 3
5 Общие требования к разработке и применению компьютерных моделей 4
Приложение А (справочное) Пояснения к некоторым пунктам стандарта 6
Приложение Б (справочное) Примеры применения компьютерных моделей изделия в инженерной практике 8
Библиография 9

Введение

В связи с развитием современных информационных технологий расширяется использование технологий компьютерного моделирования при решении задач разработки, производства и обеспечения эксплуатации изделий. Компьютерные модели становятся одной из форм представления результатов проектно-конструкторской деятельности.

При этом одновременно возрастает роль компьютерного моделирования как альтернативы физическим испытаниям, позволяющего существенно сократить затраты на испытания в ходе создания изделий.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ В ПРОЦЕССАХ РАЗРАБОТКИ, ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ

Общие положения

Computer models of products in design, manufacturing and maintenance. General

Дата введения — 2017—07—01

1 Область применения

Стандарт устанавливает общие требования к компьютерным моделям, их классификации и применению на всех стадиях жизненного цикла промышленной продукции[1)] (далее — изделий).

На основе настоящего стандарта допускается, при необходимости, разрабатывать стандарты, учитывающие особенности выполнения компьютерных моделей конкретных видов изделий в зависимости от их специфики.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.052 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения

ГОСТ 2.053 Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения

ГОСТ 2.058 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения реквизитной части электронных конструкторских документов

ГОСТ 2.307 Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений

ГОСТ 2.308 Единая система конструкторской документации. Указания допусков формы и расположения поверхностей

ГОСТ 2.309 Единая система конструкторской документации. Обозначения шероховатости поверхностей

ГОСТ 20886 Организация данных в системах обработки данных. Термины и определения

ГОСТ Р 15.000 Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения

ГОСТ Р 15.301 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

ГОСТ Р 53392 Интегрированная логистическая поддержка. Анализ логистической поддержки. Основные положения

ГОСТ Р 54089 Интегрированная логистическая поддержка. Электронное дело изделия. Основные положения

---

1) В настоящем стандарте под промышленной продукцией [1] понимается преимущественно продукция машиностроения и приборостроения.

Издание официальное

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 следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **модель:** Сущность, воспроизводящая явление, объект или свойство объекта реального мира[1)].

3.1.2 **объект моделирования:** Явление, объект или свойство объекта реального мира*.

3.1.3 **аспект моделирования:** Отдельное свойство или совокупность свойств объекта моделирования, являющихся предметом исследования с помощью моделирования.

3.1.4 **математическая модель:** Модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в виде математических символов и выражений*.

3.1.5 **информационная модель:** Модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в виде совокупности элементов данных и отношений между ними*.

Примечание — Состав (номенклатура) данных определяется областью интереса разработчика модели и потенциального или реального пользователя.

3.1.6 **моделирование:** Изучение свойств и/или поведения объекта моделирования, выполненное с использованием его моделей*.

3.1.7 **компьютерная модель (электронная модель):** Модель, выполненная в компьютерной (вычислительной) среде и представляющая собой совокупность данных и программного кода, необходимого для работы с данными.

3.1.8 **проверка адекватности компьютерной модели:** Совокупность действий с моделью, результатом которых является подтверждение ее соответствия моделируемому объекту реального мира*.

3.1.9 **контроль результатов компьютерного моделирования:** Совокупность действий, результатом которых является подтверждение соответствия компьютерной реализации модели исходной математической или информационной модели*.

3.1.10 **компьютерная модель изделия:** Компьютерная модель, в которой объектом моделирования является изделие(ия)*.

3.1.11 **компьютерное моделирование изделия:** Моделирование, выполненное с использованием компьютерной модели изделия.

Примечание — Компьютерное моделирование изделия выполняют с целью получения данных, необходимых для принятия решений в процессах разработки, проектирования, производства, сопровождения эксплуатации и других задач в ходе жизненного цикла изделия.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ЖЦ — жизненный цикл;

ИО — информационный объект;

КД — конструкторский документ;

КМ — компьютерная модель;

[1)] Здесь и далее знаком «*» отмечены пункты, к которым даны комментарии в приложении А.

НИР — научно-исследовательская работа;
ОКР — опытно-конструкторская работа;
ОМ — объект моделирования;
СЧ — составная часть (изделия).

4 Основные положения

4.1 КМ изделий и связанных с изделиями процессов используют на всех стадиях ЖЦ изделий.

4.2 Техническое содержание КМ определяется целью моделирования и совокупностью исследуемых свойств анализируемого ОМ, при этом процесс формализации определенных свойств объекта моделирования выполняется в интересах конкретной решаемой задачи.

Примечание — Под целью моделирования подразумевается совокупность решаемых в ходе моделирования научно-технических и/или инженерных задач.

4.3 КМ изделия классифицируют по следующим признакам[1)]:

а) по исследуемому аспекту моделирования (исследуемым свойствам ОМ);

б) используемому способу описания ОМ.

4.4 По исследуемому аспекту моделирования КМ изделия подразделяют:

а) на функциональные, аспектом моделирования в которых является выделение и описание функций изделия, их структуры и взаимосвязи;

б) структурные, аспектом моделирования в которых являются структуры изделия (например, конструкторская, технологическая, эксплуатационная электронная структура изделия по ГОСТ 2.053, логистическая структура изделия по ГОСТ Р 53392)*;

в) геометрические, аспектом моделирования в которых являются преимущественно форма, размеры и свойства, связанные с формой и размерами (например, размеры и допуски по ГОСТ 2.307, шероховатость по ГОСТ 2.308, допустимые отклонения формы по ГОСТ 2.309 и др.)*;

г) физико-механические, аспектом моделирования в которых являются физико-механические свойства изделия и взаимодействие изделия с внешней средой (статика, кинематика, динамика твердого тела, гидро- и газодинамика, деформации, теплопроводность и др.)*;

д) физико-химические, аспектом моделирования в которых являются изменения свойств материалов изделия (коррозионное разрушение материала, старение и т. д.)*;

е) технико-экономические, аспектом моделирования в которых являются взаимосвязанные технические и экономические свойства изделия (например, модель стоимости жизненного цикла изделия, модель стоимости послепродажного обслуживания изделий);

ж) процессные, аспектом моделирования в которых являются процессы, непосредственно связанные с изделием (например, модель технологического процесса изготовления изделия или модель процесса технической эксплуатации изделия).

Примечание — Приведенный перечень классификационных признаков может быть расширен в зависимости от решаемых в ходе моделирования задач. Допускается классификация по другим признакам, отражающим значимость исследуемых свойств ОМ.

4.5 По используемому способу описания ОМ различают математические и информационные модели.

4.6 Математические модели в зависимости от метода нахождения решения (определения вида зависимости одних параметров модели от других) подразделяют:

а) на аналитические, описывающие свойства ОМ системой уравнений, для которой может быть найдено аналитическое решение в явном виде (например, отдельные модели механики твердого тела на основе уравнений динамики)*;

б) численные, описывающие свойства ОМ системой уравнений, для которых нахождение решения осуществляется с использованием методов вычислительной математики (например, разностных методов или методов конечных элементов, конечных или граничных объемов и т. д., используемых для решения задач механики деформируемого твердого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики и т. д.);

[1)] В рамках области действия настоящего стандарта.

в) имитационные, в которых форму и коэффициенты зависимости одних параметров модели от других находят путем многократного испытания модели с различными входными данными (например, модели массового обслуживания, модели, описывающие динамику изменения складских запасов)*.

4.7 Информационные модели подразделяют:

а) на формальные (знаковые), в которых описание ОМ выполняют с помощью специализированных языков (например, описание геометрии и структуры изделия согласно [2])*;

б) описательные (образные), в которых описание ОМ выполняют с помощью естественного языка или изображений (например, текст, описывающий свойства или поведение ОМ или его визуальное изображение (фотография))*.

4.8 Кроме указанных в 4.2—4.7 классификационных признаков модели могут быть дополнительно классифицированы:

а) по назначению (области деятельности, в которой решаются задачи моделирования и стадии ЖЦ изделия) — на научные (исследовательские), конструкторские, технологические, эксплуатационные, демонстрационные и др.*;

б) по степени приближения представления к объекту реального мира — на упрощенные и точные;

в) по степени взаимосвязанности — на основные и производные;

г) по совокупности исследуемых свойств — на простые и комбинированные (например, простые для исследования одного свойства и комбинированные для исследования совокупности свойств)*;

д) по зависимости свойств модели от времени — на статические и динамические;

е) по характеру изменения свойств модели во времени — на детерминированные и стохастические;

ж) по области определения рассматриваемых свойств и принимаемых ими значений — на дискретные и непрерывные

и другим признакам, представляющим значимость с точки зрения разработчика модели.

Примечание — Модели, классифицируемые по двум или более классификационным признакам, называют гибридными*.

4.9 КМ, состоящую из набора взаимосвязанных моделей, описывающих один ОМ, называют составной (комплексной).

4.10 Одному ОМ может соответствовать несколько моделей, в том числе с различными классификационными признаками. С другой стороны, одна и та же модель может применяться при исследовании различных ОМ*.

4.11 Разработка КМ сложных объектов иерархического типа, допускающих декомпозицию анализируемого ОМ на составляющие ее элементы, состоит в последовательном анализе и моделировании отдельных его компонентов с последующим установлением связей между моделями компонентов ОМ. В этом случае КМ каждого уровня иерархии формируется как объединение КМ компонентов ОМ нижележащего уровня, а процесс взаимодействия ОМ моделируется с установлением координирующих связей между взаимодействующими уровнями.

4.12 Примеры типовых инженерных задач, решаемых с применением различных компьютерных моделей изделия, приведены в приложении Б.

5 Общие требования к разработке и применению компьютерных моделей

5.1 Разработку КМ следует выполнять со степенью детализации, соответствующей стадии ЖЦ ОМ по ГОСТ Р 15.000 и соответствующему виду работ. Полнота и подробность КМ должны соответствовать решаемым в ходе моделирования задачам*.

5.2 Требования к моделям, разрабатываемым на стадиях ЖЦ изделия (способам моделирования, перечню исследуемых свойств ОМ, степени детализации, форме представления результатов и др.), следует устанавливать в соответствующих технических заданиях (на НИР, аванпроект, ОКР и их СЧ), согласно ГОСТ Р 15.201*.

5.3 Разработанные КМ изделия, а также полученные результаты компьютерного моделирования включают в состав результатов выполняемых работ (НИР, аванпроекта, ОКР или иных работ, выполняемых по контракту с заказчиком) по согласованию с заказчиком с учетом 5.5*.

5.4 В общем случае процесс разработки КМ включает следующие этапы:

а) содержательная постановка задачи на концептуальном уровне (системный анализ, включая разработку и утверждение (согласование) критерия оценки КМ)*;

б) построение модели (принятие условных обозначений и описание ОМ, элементов ОМ и связей между ними в принятой форме)*;

в) выбор метода решения с учетом знаний и предпочтений пользователя и разработчика*;

г) разработка КМ (программная реализация, включая разработку алгоритма, программного кода (при необходимости) или выбор программного обеспечения);

д) применение полученной КМ для моделирования ОМ;

е) контроль и анализ полученных результатов, определение адекватности разработанной КМ*.

Примечание — Следует иметь в виду, что при использовании в инженерной практике систем автоматизации математических вычислений и информационного моделирования разработчик КМ (пользователь системы), как правило, выполняет только часть этапов процесса. Как правило, в этом случае задачей разработчика КМ является концептуальная постановка задачи и формальное описание модели принятым методом, в то время как выбор метода решения и сама вычислительная реализация скрыты от пользователя такой автоматизированной системы.

5.5 Форму представления и порядок проверки, согласования и утверждения КМ для каждой стадии разработки и этапа выполняемых работ определяет разработчик, если иное не установлено в техническом задании. Для КМ изделий, разрабатываемых по государственному оборонному заказу, это решение должно быть согласовано с заказчиком (военным представительством) в соответствии с действующими нормативными документами.

5.6 Типовой состав реквизитов КМ — на основе ГОСТ 2.058. При необходимости допускается вводить дополнительные реквизиты.

Приложение А
(справочное)

Пояснения к некоторым пунктам стандарта

3.1.1 Модель является приближенным представлением, сохраняющим существенные черты моделируемого объекта реального мира, и описывает основные свойства ОМ, его параметры, внутренние и внешние связи с заданной разработчиком точностью. Служит для изучения свойств объекта реального мира путем исследования модели.

3.1.2 Объект моделирования может быть как простым (например, изделие без учета воздействия среды), так и сложным (например, взаимодействие изделия с изделием, изделия со средой и т. п.).

3.1.3 Аспектом исследования (моделирования) могут являться отдельные свойства или взаимосвязанные свойства, определяющие закономерность изменения характеристик изделия, важные для решения конкретной задачи (например, объектом моделирования может являться изменение формы изделия, а аспектом — ее зависимость от нагрузки).

3.1.4 Под математическими символами понимают числа, математические знаки, символьные обозначения переменных, под математическими выражениями — уравнения, логические условия и др. Сведения об ОМ включают совокупность начальных и граничных условий.

3.1.5 Информационные модели представляют преимущественно в знаковой форме.

3.1.6 Для сложных наукоемких изделий моделирование, как правило, является единственной возможностью оценки свойств изделия без его изготовления. Для подобных изделий сравнение результатов их исследования с помощью разных математических моделей может значительно повысить достоверность результатов моделирования.

3.1.7 Процедуру подтверждения адекватности модели моделируемому объекту реального мира называют также валидацией. Проверка адекватности КМ может осуществляться как путем использования других КМ, адекватность которых установлена и документирована, так и путем проведения натурных экспериментов. Проверку адекватности выполняют по согласованной с заказчиком методике.

3.1.8 Процедуру подтверждения соответствия компьютерной реализации математической (либо информационной) модели называют также верификацией.

3.1.9 Компьютерную модель разрабатывают при помощи соответствующих программных средств.

4.4, перечисление б) Теоретической основой создания структурных КМ являются методы теории графов (как правило, применяется иерархическая модель, которая описывается ациклическим графом по ГОСТ 2.053). Также применима сетевая модель, в которой связи между элементами структуры могут иметь произвольный характер.

4.4, перечисление в) Теоретической основой создания геометрических КМ являются методы аналитической и дифференциальной геометрии, алгебра логики и топологии. Для представления геометрических КМ целесообразно использовать как стандартные [2], [3], так и продвигаемые разработчиками соответствующего программного обеспечения методы описания.

4.4, перечисление г) Физико-механические КМ могут иметь вид алгебраических, дифференциальных, интегро-дифференциальных уравнений или логических условий.

4.4, перечисление д) Теоретической основой создания технико-экономических КМ являются методы теории вероятности и математической статистики.

4.6, перечисления а), б) Математические модели, как правило, представляют в виде систем (совокупности систем) уравнений (логических условий), начальных и граничных условий. При их высокой сложности, когда прямое (аналитическое) решение невозможно, применяют численные методы решения.

4.6, перечисление в) Имитационная модель отражает элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени, что позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени, дающие возможность оценить свойства ОМ.

4.7, перечисление а) К знаковым относят также графические модели.

4.7, перечисление б) При этом фиксируются наиболее существенные *свойства* ОМ и связи между ними. Как правило, ограничиваются обычно не количественными, а качественными категориями описания ОМ, например, отмечают, что значение такой-то *характеристики* возрастает при убывании значений другой и т. п.

4.8, перечисление г) Комбинированные модели одновременно охватывают несколько аспектов моделирования, например, логистическая структура функций, функциональные отказы элементов этой структуры и их последствия и взаимосвязи с логистической структурой изделия. Как правило, на практике используются именно комбинированные модели.

4.8, примечание Типичным примером описания ОМ несколькими моделями с одним классификационным признаком может служить описание ОМ на стадии эскизного проекта упрощенной (учитывающей небольшое число параметров) аналитической моделью и точной аналитической моделью на стадии рабочего проекта.

Типичным примером описания ОМ несколькими моделями с различными классификационными признаками может служить описание одного ОМ взаимосвязанными геометрической и физико-механической моделями, что вызывается необходимостью исследования различных свойств ОМ.

4.10 Примером применения одной и той же модели (эквивалентной математической модели) при исследовании различных ОМ может служить модель колебательного процесса, применяемая для моделирования процессов как в механике, так и в электрических цепях.

5.1 Конкретный состав исследуемых свойств ОМ, объем работ и степень детализации, а также состав исполнителей следует определять для каждого проекта индивидуально в зависимости от следующих факторов:

- типа проекта (разработка нового изделия, модернизация существующего изделия, разработка модификации или исполнения изделия, поставка существующего изделия без изменений);
- сложности изделия;
- требований заказчика;
- возможности влияния на конструкцию изделия;
- стадии ЖЦ ОМ.

5.2 При необходимости (например, при большом объеме требований) требования к КМ допускается устанавливать в приложении к контракту (договору) или совместным решением разработчика и заказчика.

5.3 Под иными работами, выполняемыми по контракту с заказчиком, подразумеваются работы, выполняемые, например, в рамках авторского и/или технического надзора и др.

5.4, перечисление а) На этом этапе построения модели производятся изучение и сбор информации об ОМ:

- описывают ОМ на концептуальном уровне, в абстрактных терминах и понятиях;
- принимают (согласовывают) окончательно гипотезы и предположения;
- обосновывают выбор процедуры аппроксимации реальных процессов при построении КМ.

5.4, перечисление б) Построение математической модели (формулировку математической задачи), включая описание связей между элементами ОМ в виде математических выражений, выполняют с использованием, по возможности, типовых математических схем. Построение информационной модели, включая определение набора ИО для представления основных свойств ОМ и их взаимосвязей, выполняют с использованием принятой формы описания (формальной знаковой) или описательной (образной).

На этом этапе может оказаться, что ранее проведенный системный анализ привел к такому набору элементов, свойств и соотношений, для которого нет приемлемого метода решения задачи, в результате чего приходится возвращаться к этапу системного анализа.

5.4, перечисление в) Как правило, для одной и той же задачи можно предложить несколько вычислительных алгоритмов. Однако среди разнообразия возможных алгоритмов не все одинаковы по своей эффективности.

5.4, перечисление е) Основная цель проверки КМ и удостоверения результатов моделирования — обеспечить уверенность пользователя КМ в правильности разработанной КМ на всех этапах ее создания вплоть до обработки и представления результатов моделирования. При использовании компьютерного моделирования изделий на этапах ЖЦ машиностроительной продукции, в т. ч. взамен результатов натурных экспериментов, следует предусматривать выполнение и документирование проверки адекватности компьютерной модели для заданного набора исходных данных.

Приложение Б
(справочное)

Примеры применения компьютерных моделей изделия в инженерной практике

В таблице Б.1 приведены примеры применения различных КМ изделия для решения типовых инженерных задач.

Таблица Б.1 — Области применения моделей для решения типовых инженерных задач

КМ по аспекту моделирования изделия (моделируемые свойства ОМ)	КМ изделия по способу описания ОМ				
	Математическая			Информационная	
	Аналитическая	Численная	Имитационная	Формальная	Описательная
Функциональная	Модель функций изделия				
Структурная	Электронная структура изделия по ГОСТ 2.053				
Геометрическая	Электронная геометрическая модель изделия по ГОСТ 2.052				JPEG по [2]
Физико-механические свойства		Конечно-элементная, конечно-разностная[1)]			
Процессная		Модель производственной системы[2)]			
Фактографическая[3)] (свойства, связанные с применением изделия по назначению)				Электронное дело изделия по ГОСТ Р 54089	

[1)] Например, модель напряжений при статической нагрузке.
[2)] Например, модель, отражающая показатели технического использования технологического оборудования.
[3)] По дополнительному классификационному признаку (свойства изделия, связанные с его применением по назначению)*.

* От «фактография» — приведение фактических данных без их анализа и обобщения.

Библиография

[1] Федеральный закон Российской Федерации от 31 декабря 2014 г. № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации»

[2] ИСО 10303-1—94, Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Обзор и основные принципы

[3] ANS US PRO/IPO-100-1996 Initial Graphics Exchange Specifications (ANSI/ASME Y14.26M-1989 Digital Representation for Communication of Product Definition Data. The American Society of Mechanical Engineers or the American National Standards Institute, New York City, NY, 1989)

УДК 006.1:006.354 ОКС 01.040.01

Ключевые слова: модель, компьютерная модель, аналитическая модель, имитационная модель, геометрическая модель, численный метод, аналитический метод

Редактор *Е.В. Лукьянова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 30.07.2018. Подписано в печать 09.08.2018. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68. Тираж 7 экз. Зак. 809.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

88ЕРС7412-2017