

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р

---

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ  
В ПРОЦЕССАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВА  
И СОПРОВОЖДЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ  
Общие положения**

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению  
до его утверждения*

Москва  
Стандартинформ  
2016

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр «Прикладная логистика» (ОАО «НИЦ «Прикладная логистика») и Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт стандартизации и унификации» (ФГУП «НИИСУ»).

2 ВНЕСЕН Проектным техническим комитетом по стандартизации ПТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии»

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

### 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0–2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в годовом (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемом 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](http://www.gost.ru))*

© Стандартиформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения национального органа Российской Федерации по стандартизации

**Содержание**

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины, определения и сокращения .....	2
3.1 Термины и определения .....	2
3.2 Сокращения .....	4
4 Основные положения .....	4
5 Особенности разработки компьютерных моделей .....	7
6 Общие требования к разработке и применению компьютерных моделей .....	8
Библиография .....	10



**КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ  
В ПРОЦЕССАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВА  
И СОПРОВОЖДЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ  
Общие положения**

Computer models of product in design, manufacturing and maintenance support. Basic provisions

---

**Дата введения –**

## **1 Область применения**

Стандарт устанавливает общие положения по применению компьютерных моделей в процессах разработки, проектирования, производства, сопровождения эксплуатации промышленной продукции<sup>1)</sup> (далее – изделий) и других задач в ходе жизненного цикла.

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 Р 15.000–94 Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения

ГОСТ Р 15.201–2000 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

ГОСТ Р 53392–2009 Интегрированная логистическая поддержка. Анализ логистической поддержки. Основные положения

ГОСТ 20886-85 Организация данных в системах обработки данных. Термины и определения

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе об-

---

<sup>1)</sup> В настоящем стандарте под промышленной продукцией [1] понимается преимущественно продукция машиностроения и приборостроения

щего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет, или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины, определения и сокращения

#### 3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 20886, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1.1 модель:** Сущность, воспроизводящая явление, объект или свойство объекта реального мира.

**Примечание** – Модель является приближенным представлением, сохраняющим существенные черты моделируемого объекта реального мира и описывает основные характеристики (свойства) ОМ, его параметры, внутренние и внешние связи. Модель воспроизводит реальное явление, объект или свойство объекта реального мира с заданной разработчиком точностью.

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

**Примечание** – Реальный объект может иметь несколько неравносильных математических моделей. Это прежде всего связано с необходимостью исследования различных его свойств (совокупности [системы] свойств). Но даже принципиально разные математические модели рассматриваемого реального ОМ могут появиться и при изучении одной и той же системы свойств ОМ. Так, ОМ может быть описан с помощью как аналитической модели, так и имитационной, и т. п.

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

**Примечание** – Под математическим символом понимают числа, переменные, уравнения, логические условия, матрицы, множества и т. п.

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

**Примечание** – Информационные модели представляют преимущественно в знаковой форме. Состав данных определяется областью интереса разработчика модели и

потенциального или реального пользователя.

**3.1.5 моделирование:** Изучения свойств и/или поведения объекта моделирования без проведения натуральных экспериментов, выполненное с использованием его модели.

Примечание – 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.

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

**3.1.7 разработка компьютерной модели:** Процесс формализации определенных свойств объекта моделирования в интересах конкретной решаемой задачи.

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

Примечание – Подтверждение адекватности модели моделируемому объекту в зарубежных нормативных документах называют также валидацией модели.

**3.1.9 контроль результатов компьютерного моделирования:** Совокупность действий, результатом которых является подтверждение соответствия смоделированных и реальных свойств объекта моделирования заданным условиям с заданной точностью.

Примечание – Подтверждение результатов моделирования в зарубежных нормативных документах называют также верификацией модели.

**3.1.10 аттестация компьютерной модели:** Официальное подтверждение того, что компьютерная модель или результаты моделирования являются приемлемыми для использования с определенной целью.

Примечание – Аттестация также обеспечивает сопоставимость результатов моделирования. Например, если различные составные части изделия разрабатываются несколькими группами разработчиков, то и компьютерное моделирование этих составных частей (например, анализ прочности) должно выполняться по единой расчетной базе (в т. ч. методологической и нормативной). Как правило, для этого производится аттестация используемых компьютерных моделей и соответствующего набора программных средств, образующих единую платформу, обеспечивающую унификацию процессов, методов и инструментов инженерного анализа.

**3.1.11 компьютерная модель изделия:** Компьютерная модель, в которой

## ГОСТ Р

объектом моделирования является изделие(-ия).

### Примечания

1 Компьютерную модель выполняют при помощи соответствующих программных средств.

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.).

**3.1.12 компьютерное моделирование изделия:** Моделирование, выполненное с использованием компьютерной модели изделия 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;
- КД – конструкторский документ;
- КМ – компьютерная модель;
- КМИ – компьютерная модель изделия;
- НИР – научно-исследовательская работа;
- ОКР – опытно-конструкторская работа;
- ОМ – объект моделирования;
- ТЗ – техническое задание.

## 4 Основные положения

4.1 КМИ используют на всех стадиях ЖЦ машиностроительной продукции, требующих применения моделей самих изделий и/или связанных с изделием процессов.

4.2 Разработка (построение) КМИ заключается в выделении характеристик (свойств) ОМ и установление зависимости между ними с точки зрения конкретной решаемой инженерной задачи.

Примечание – Конкретный состав исследуемых свойств образца продукции, объем работ и степень детализации, а также 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.

4.3 По способу описания ОМ КМИ подразделяют на математические модели и информационные модели. Математические модели применяют для представления и исследования свойств и/или поведения изделия, информационные модели – для описания правил представления данных об изделии в вычислительной среде.

4.4 Компьютерные математические модели разделяют в зависимости от способа осуществления моделирования на:

- геометрические - определяющие геометрическую форму ОМ с использованием методов аналитической и дифференциальной геометрии и топологии (например, КМ, описывающая преимущественно геометрические свойства ОМ - электронная геометрическая модель изделия);

Примечание – Для представления геометрических КМ целесообразно использовать как стандартные<sup>2)</sup>, так и стандартизованные на промышленном уровне методы описания<sup>3)</sup>.

- аналитические – описывающие свойства ОМ системой уравнений, для которых нахождение решения осуществляется аналитически в явном виде (например, КМИ описывающая свойства ОМ на основе уравнений динамики);

- численные, описывающие свойства ОМ системой уравнений, для которых нахождение решения осуществляется с использованием методов вычислительной математики (например, КМИ разностные или конечно-элементные, используемые для решения задач механики деформируемого твердого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики);

Примечание – Аналитические модели могут иметь вид алгебраических, дифференциальных, интегро-дифференциальных уравнений или логических условий. При их высокой сложности, когда прямое (аналитическое) решение невозможно (например, из-за

---

<sup>2)</sup> ISO 10303 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными

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

<sup>3)</sup> 4 PARASOLID Parasolid XT Format Reference, Siemens Product Lifecycle Management Software Inc., April 2008

## ГОСТ Р

ограниченных вычислительных мощностей) приходится применять численные методы решения.

- имитационные, описывающие свойства ОМ и поведение ОМ во времени, для которых нахождение решения осуществляется с использованием методов теории вероятности и математической статистики (например, КМИ, описывающая поддержание на складе запасов требуемой номенклатуры изделий, являющихся запасными частями);

Примечание – 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 характеристики ОМ.

- комбинированные, в которых для описания отдельных элементов КМИ применяют разные способы осуществления моделирования (например, КМИ производственной системы, используемая в процессе управления предприятием).

4.5 Компьютерные информационные модели разделяют в зависимости от способа описания объекта моделирования на:

- структурированные, в которых в основу описания ОМ положен принцип иерархии или иной структуризации моделируемых объектов;

### Примечания

1 Например, КМИ описывающая структуру ОМ (электронная структура изделия, логистическая структура изделия по ГОСТ Р 53392, технологический процесс обслуживания технического обслуживания изделия<sup>4)</sup>).

2 Для описания различных структур изделия как правило применяется иерархическая модель, которая описывается ациклическим графом. Также применима сетевая модель, в которой связи между информационными объектами могут иметь произвольный характер.

- описательные, в которых в основу описания ОМ положен принцип неструктурированного описания моделируемых объектов.

### Примечания

1 Например, текст, описывающий свойства или поведение ОМ.

2 При этом фиксируются наиболее существенные характеристики ОМ и связи между ними. Как правило, ограничиваются обычно не количественными, а качественными категориями описания ОМ, – например, отмечают, что значение такой-то характеристики

---

<sup>4)</sup> ASD S1000D 4.1, "International specification for technical publications using a common source database", AeroSpace and Defence Industries Association of Europe, Monsanto Building, Brussels, Belgium, 2012

возрастает при убывании значений другой и т. п.

## 5 Особенности разработки компьютерных моделей

5.1 КМИ сложных объектов иерархического типа формируются в соответствии с принципом модульности, заключающимся в том, что моделирование ОМ основано на относительной самостоятельности и независимости каждого входящего (компонента) ОМ, допускающих декомпозицию анализируемого ОМ на составляющие ее элементы и формирование их моделей.

5.2 Процесс разработки компьютерной математической модели включает следующие этапы:

- содержательная (концептуальная) постановка задачи, включая выработку общего подхода к исследуемой проблеме; определение основной цели и путей ее достижения;

Примечание – На этом этапе построения модели производятся изучение и сбор информации об ОМ:

- описывают ОМ на концептуальном уровне, в абстрактных терминах и понятиях;
- дают описание ОМ с использованием типовых математических схем;
- принимают (согласовывают) окончательно гипотезы и предположения;
- обосновывают выбор процедуры аппроксимации реальных процессов при построении КМ.
- построение математической модели, включая принятие условных обозначений и описание с их помощью связей между элементами ОМ в виде математических выражений;
- выбор метода решения, включая выбор и обоснование метода решения построенной математической модели с учетом знаний и предпочтений пользователя и разработчика;
- разработка вычислительной (расчетной) модели (реализация модели), включая разработку и утверждение (согласование) критерия оценки КМ, разработку алгоритма и программного кода (при необходимости);
- проверка корректности КМ, включая обработку и анализ полученных результатов.

Примечание – 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 этом, чем больше окажется независимых подтверждений, тем большее доверие приобретает КМ.

## **6 Общие требования к разработке и применению компьютерных моделей**

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

6.2 Требования к разрабатываемым на стадиях ЖЦ КМИ (способ моделирования, перечень исследуемых свойств ОМ, степень детализации, форма представления результатов и др.) следует устанавливать в соответствующих ТЗ (на НИР, аванпроект, ОКР и т. д.), согласно ГОСТ Р 15.201.

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

6.3 Разработанные КМИ, а также полученные результаты компьютерного моделирования включают в состав результатов выполняемых работ (НИР, аванпроект, ОКР или иных работ, выполняемых по контракту с заказчиком) по согласованию с заказчиком.

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

6.4 При использовании результатов компьютерного моделирования изделий на этапах ЖЦ машиностроительной продукции, в т. ч. взамен результатов натуральных экспериментов, должна быть выполнена и документирована проверка адекватности компьютерной модели для заданного набора исходных данных. Проверка адекватности должна быть выполнена по согласованной с заказчиком методике.

Примечание – Если речь идет о модели, достаточно апробированной в рассматриваемой области применения, то вопрос о проверке адекватности (валидации) КМИ, как правило, не возникает. Вопрос проверки адекватности КМИ становится существенным, если разработчик строит модель заново, применяя известные ранее приемы, либо применяет известную модель вне рамок, в которых она показала себя адекватной, либо, разработчик строит принципиально новую модель.

6.5 Проверка адекватности КМ включает в себя:

- проверку корректности содержащихся в модели математических зависимостей и/или информации;
- проверку программных средств (программного кода, являющегося состав-

ной частью КМ);

- проверку результатов, полученных в ходе компьютерного моделирования.

6.6 Проверка адекватности КМ может осуществляться как путем использования других КМ, адекватность которых установлена и документирована, так и путем проведения натуральных экспериментов.

**Библиография**

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

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

---





