ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57700.22— 2020

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Классификация

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Российский Федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 ноября 2020 г. № 1073-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, оформление, 2020

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 Классификация компьютерных моделей 3
5 Общие требования к применению компьютерных моделей 4
6 Классификация видов компьютерного моделирования 5

Введение

Развитие цифровых технологий существенно повышает роль компьютерного моделирования на всех этапах жизненного цикла изделий промышленности, позволяя повысить эффективность, оптимизировать состав и количество натурных и полунатурных испытаний, что ведет к сокращению затрат на создание и обеспечение эксплуатации создаваемого изделия.

Другим важным направлением компьютерного моделирования, которое находит широкое применение в различных отраслях, является моделирование поведения сложных систем взаимодействующих объектов с целью обоснования принимаемых решений по определению стратегии развития и оптимизации структуры таких систем.

Ключевым в сфере компьютерного моделирования является понятие «компьютерная модель». Общая классификация компьютерных моделей приведена в ГОСТ Р 57412. Дальнейшее развитие нормативной базы в области применения цифровых технологий в части моделирования физических процессов и сложных систем взаимодействующих объектов требует совершенствования понятийного аппарата, конкретизации определений и классификационных признаков, характерных для рассматриваемой области.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Классификация

Computer models and simulation.
Classification

Дата введения — 2021—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к классификации компьютерных моделей, которые используются для численного моделирования физическо-механических и физико-химических процессов, а также для моделирования процессов взаимодействия объектов сложных систем.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 18421 Аналоговая и аналого-цифровая техника. Термины и определения

ГОСТ Р 8.654 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения

ГОСТ Р 57188 Численное моделирование физических процессов. Термины и определения

ГОСТ Р 57412 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения

ГОСТ Р 57700.1 Численное моделирование для разработки и сдачи в эксплуатацию высокотехнологичных промышленных изделий. Сертификация программного обеспечения. Требования

ГОСТ Р 57700.2 Численное моделирование для разработки и сдачи в эксплуатацию высокотехнологичных промышленных изделий. Сертификация программного обеспечения. Общие положения

ГОСТ Р 57700.23 Компьютерные модели и моделирование. Валидация. Общие положения

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.

Издание официальное

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 57188 и ГОСТ 18421, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

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

[ГОСТ Р 57412—2017, статья 3.1.6]

Примечание — Численное моделирование объектов моделирования выполняется с использованием программного обеспечения компьютерного моделирования и компьютерных моделей.

3.1.2

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

[ГОСТ Р 57412—2017, статья 3.1.2]

3.1.3

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

[ГОСТ Р 57412—2017, статья 3.1.7]

Примечание — В основе компьютерной модели лежит математическая модель, реализованная в виде программного кода, и данные, определяющие конкретный объект моделирования. Для применения компьютерной модели в процессе моделирования необходимо использовать программное обеспечение компьютерного моделирования и вычислительной техники.

3.1.4

программное обеспечение компьютерного моделирования; ПО КМ: Программы, выполняющие математические расчеты, и программы, предназначенные для подготовки исходных данных, обработки результатов расчетов, а также другие вспомогательные программы. Программное обеспечение компьютерного моделирования не является программным обеспечением средств измерений согласно ГОСТ Р 8.654.

[ГОСТ Р 57700.2—2017, пункт 3.1.1]

Примечание — Программное обеспечение компьютерного моделирования с точки зрения применения является более общим понятием по сравнению с компьютерной моделью, поскольку позволяет моделировать различные объекты моделирования, а также содержит в своем составе реализацию сервисных (по отношению к компьютерной модели) функций.

3.1.5 **сложная система взаимодействующих объектов:** Совокупность взаимосвязанных между собой объектов, обладающих индивидуальным поведением и свойствами, организованная для достижения заявленных требований, являющаяся объектом моделирования для виртуально-имитационных моделей.

Примечание — Свойства системы в целом не являются совокупностью всех свойств взаимосвязанных объектов из ее состава.

3.1.6 **виртуальный эксперимент:** Процесс компьютерного моделирования свойств и функций изделия на разных этапах жизненного цикла, его составных частей или сложной системы взаимодействующих объектов, выполняемый с использованием компьютерных моделей и программного обеспечения компьютерного моделирования.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ЖЦ — жизненный цикл;
КМ — компьютерная модель;
ОМ — объект моделирования;
ПО КМ — программное обеспечение компьютерного моделирования;
ССВО — сложная система взаимодействующих объектов.

4 Классификация компьютерных моделей

4.1 КМ классифицируют по следующим признакам:

- структуре КМ;
- назначению КМ;
- используемой математической модели;
- степени приближения представления КМ к объекту реального мира;
- совокупности исследуемых свойств КМ;
- пространственной размерности области моделирования КМ;
- способу дискретизации по пространственным переменным КМ;
- методам решения дифференциальных уравнений;
- зависимости свойств от времени;
- моделируемым физическим процессам;
- скорости выполнения моделирования;
- использованию результатов моделирования.

4.2 В зависимости от используемой в КМ математической модели различают:

- аналитические — КМ, описывающие свойства ОМ системой уравнений, для которой может быть найдено аналитическое решение в явном виде (например, отдельные модели механики твердого тела);
- численные — КМ, описывающие свойства и поведение ОМ системой уравнений, для которой нахождение решения осуществляется с использованием методов вычислительной математики (например, разностных методов или методов конечных элементов, итерационных алгоритмов и т.п., применяемых для решения задач механики деформируемого твердого тела, теплообмена, гидродинамики, электродинамики и т.п.);
- статистические — КМ, описывающие свойства и поведение ОМ с использованием методов теории вероятности и математической статистики (например, модели массового обслуживания, модели, описывающие динамику изменения складских запасов).

Примечание — Численные и статистические математические модели являются более общими категориями и, как правило, содержат в себе аналитические модели (например, уравнения состояния).

4.3 В зависимости от структуры КМ различают простые КМ и составные (комплексные) КМ, которые состоят из набора взаимосвязанных моделей, описывающих один ОМ по ГОСТ Р 57412.

4.4 В зависимости от назначения КМ различают:

- инженерного анализа — КМ, предназначенные для описания свойств и поведения ОМ с учетом физических процессов;
- виртуально-имитационные — КМ, предназначенные для моделирования процессов взаимодействия элементов ССВО с целью изучения поведения этих систем.

4.5 По степени приближения представления КМ к объекту реального мира различают:

- упрощенные — КМ, использующиеся для отработки элементов конструкции ОМ;
- точные — прецизионные КМ, использующиеся при проведении виртуальных экспериментов.

4.6 По совокупности исследуемых свойств КМ различают:

- простые КМ (например, для исследования одного свойства);
- комбинированные КМ, позволяющие исследовать совокупность различных свойств ОМ [например, цифровой (виртуальный) двойник изделия, представляющий собой систему комбинированных КМ в совокупности с необходимыми данными, позволяющую описать с определенной точностью заданные свойства и (или) поведение ОМ (изделия или ССВО)].

4.7 По пространственной размерности области моделирования КМ различают:
- нульмерные — КМ с сосредоточенными параметрами;
- одномерные КМ;
- двумерные КМ;
- трехмерные КМ.

4.8 По способу дискретизации по пространственным переменным КМ, в частности, различают:
- конечно-разностные;
- конечно-элементные,
- конечно-объемные.

4.9 По методам решения дифференциальных уравнений КМ различают:
- детерминистские КМ;
- стохастические КМ (метод Монте-Карло).

4.10 По зависимости свойств КМ от времени различают:
- стационарные (статические);
- нестационарные (динамические).

4.11 По моделируемым физическим процессам могут быть выделены КМ:
- аэродинамики;
- гидродинамики;
- теплопроводности;
- прочности;
- термогидравлики.

Примечание — Приведенный перечень классификационных признаков может быть расширен в зависимости от моделируемых процессов, характерных для конкретной предметной области.

4.12 По скорости выполнения моделирования различают КМ, работающие в реальном масштабе времени и работающие не в реальном масштабе времени.

Примечание — КМ реального времени, как правило, используют в управляющих системах, тренажерах и т.п. КМ инженерного анализа применяют не в реальном масштабе времени.

4.13 По использованию результатов моделирования КМ различают:
- применяемые при разработке изделий и проведении их приемочных, приемо-сдаточных, предварительных, государственных, квалификационных, серийных и иных испытаний, а также на дальнейших этапах ЖЦ изделия;
- применяемые для проведения исследований в интересах определения стратегии развития и оптимизации структуры ССВО;
- применяемые для поддержки принятия решений при взаимодействии с ССВО;
- применяемые в обучающих целях (в качестве тренажеров) для выработки навыков по эксплуатации ССВО.

5 Общие требования к применению компьютерных моделей

5.1 КМ, используемые при проведении виртуальных экспериментов, результаты которых используют при проведении приемочных, приемо-сдаточных, предварительных, государственных, квалификационных, серийных и иных испытаний, должны пройти процедуру валидации, подтверждающую соответствие результатов численного моделирования реальному ОМ. Валидация КМ выполняется согласно ГОСТ Р 57700.23.

5.2 Для упрощенных КМ инженерного анализа, применяемых на стадиях «Научные исследования и обоснование разработки», «Аванпроект», а также на этапах эскизного и технического проекта ЖЦ изделия, процедура валидации не требуется.

5.3 У комбинированных или комплексных КМ инженерного анализа процедуру валидации должны пройти все модели, входящие в их состав.

5.4 КМ, используемые при проведении виртуальных экспериментов, должны применяться в составе ПО КМ, сертифицированного согласно ГОСТ Р 57700.1 и ГОСТ Р 57700.2.

6 Классификация видов компьютерного моделирования

6.1 Компьютерное моделирование проводят с использованием КМ и ПО КМ.

6.2 Компьютерное моделирование классифицируют по категориям, которые соответствуют КМ, используемым при моделировании.

6.3 По значимости результатов компьютерного моделирования и, соответственно, требованиям к используемым КМ различают:

- отчетное моделирование (виртуальный эксперимент), выполняемое при проведении приемочных, приемо-сдаточных, предварительных, государственных, квалификационных, серийных и иных испытаний;

- предварительное моделирование, выполняемое на стадии «Научные исследования и обоснование разработки», а также на этапе разработки эскизного и технического проекта с целью отработки отдельных элементов его конструкции (для инженерного анализа), или выполняемое в процессе построения и отработки ССВО (для виртуально-имитационных КМ).

УДК 001.4:004:006.354

ОКС 01.040.01
07.020
07.030

Ключевые слова: компьютерное моделирование физических процессов, компьютерная модель, программное обеспечение компьютерного моделирования, объект моделирования, виртуально-имитационное моделирование, сложная система взаимодействующих объектов

БЗ 12—2020

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *М.В. Лебедевой*

Сдано в набор 16.11.2020. Подписано в печать 26.11.2020. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru