ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57700.39— 2024

Компьютерные модели и моделирование

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Общие требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

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 18 января 2024 г. № 22-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 (*gost.e-ecolog.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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Компьютерные модели и моделирование

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Общие требования

Computer models and simulation. Computer software for physical processes simulation. General requirements

Дата введения — 2024—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к программному обеспечению компьютерного моделирования физических и физико-химических процессов и состояний (далее — физические процессы), природных явлений, в том числе к составу компонентов программного обеспечения компьютерного моделирования и их функциональным характеристикам.

Требования настоящего стандарта распространяются на программное обеспечение, предназначенное для разработки и расчета компьютерных моделей физических процессов, в том числе для природных явлений, а также изделий в аспектах геометрического и физического моделирований на всех стадиях жизненного цикла.

На основе настоящего стандарта допускается, при необходимости, разрабатывать стандарты, устанавливающие требования к программному обеспечению компьютерного моделирования в различных научных и промышленных отраслях с учетом их специфики.

Отдельные положения настоящего стандарта могут использоваться для программного обеспечения компьютерного моделирования процессов, отличных от физических (в случае отсутствия специфических стандартов).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 19781 Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения

ГОСТ Р 56136 Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Термины и определения

ГОСТ Р 57188 Численное моделирование физических процессов. Термины и определения

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 57700.21 Компьютерное моделирование в процессах разработки, производства и обеспечения эксплуатации изделий. Термины и определения

ГОСТ Р 57700.22 Компьютерные модели и моделирование. Классификация

ГОСТ Р 57700.37 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения

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 и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 19781, ГОСТ Р 56136, ГОСТ Р 57188, ГОСТ Р 57700.21, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **автоматический режим:** Процесс обработки информации, при котором обработка данных выполняется автоматически, без участия человека.

3.2

библиотека справочных данных: Контролируемая база ссылочных данных.
[ГОСТ Р 57317—2016, статья 2.3.52]

3.3

валидация ПО КМ: Процесс определения соответствия ПО КМ (компьютерной модели, программы) реальному миру. Валидация обеспечивает обоснование того, что ПО КМ в заявленной области применения позволяет правильно и с определенной точностью моделировать реальные процессы.
[ГОСТ Р 57700.2—2017, пункт 3.1.4]

3.4

верификация ПО КМ: Процесс определения соответствия ПО КМ (компьютерной модели, программы) математической модели. Верификация обеспечивает обоснование того, что ПО КМ при определенных параметрах рассчитывает математическую модель правильно и с соответствующей точностью.
[ГОСТ Р 57700.2—2017, пункт 3.1.3]

3.5

интерактивный режим: Режим взаимодействия процесса обработки информации системы обработки информации с человеком, выражающийся в разного рода воздействиях на этот процесс, предусмотренных механизмом управления конкретной системы и вызывающих ответную реакцию процесса.
[ГОСТ 15971—90, статья 42]

3.6 **комплекс:** Программа, состоящая из двух или более компонентов и (или) комплексов, выполняющих взаимосвязанные функции, и применяемая самостоятельно или в составе другого комплекса.

3.7 **компонент:** Программа, рассматриваемая как единое целое, выполняющая законченную функцию и применяемая самостоятельно или в составе комплекса.

3.8 **компьютерное моделирование:** Исследование свойств и/или поведения объектов моделирования путем расчета компьютерной модели с применением программного обеспечения компьютерного моделирования.

3.9

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

[ГОСТ 57412—2017, пункт 3.1.7]

3.10

компьютерная модель изделия: Компьютерная модель, в которой объектом моделирования является изделие.

[ГОСТ Р 57412—2017, пункт 3.1.10]

3.11

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

[ГОСТ Р 57412—2017, пункт 3.1.1]

Примечание — 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.

3.12

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

[ГОСТ Р 57700.15—2018, пункт 3.1.3]

3.13 **мультифизичное компьютерное моделирование:** Компьютерное моделирование, в ходе которого выполняется решение взаимно связанных задач, соответствующих различным физическим процессам, а результаты одного расчета передаются в качестве исходных данных в другой.

3.14

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

[ГОСТ Р 57412—2017, пункт 3.1.2]

Примечание — 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.).

3.15

пользовательский интерфейс (интерфейс пользователя): Все компоненты интерактивной системы (программное обеспечение или аппаратное обеспечение), которые предоставляют пользователю информацию и являются инструментами управления для выполнения определенных задач.

[ГОСТ Р ИСО 9241-210—2016, пункт 2.16]

3.16

программное обеспечение компьютерного моделирования: Программы, выполняющие математические расчеты, и программы, предназначенные для подготовки исходных данных, обработки результатов расчета, 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]

3.17 **препроцессор программного обеспечения компьютерного моделирования:** Программа, выполняющая подготовку данных, описывающих объект моделирования и данных, необходимых для выполнения компьютерного моделирования.

Примечание — Подготовка данных, описывающих объект моделирования, может включать разработку компьютерной модели.

3.18 **постпроцессор программного обеспечения компьютерного моделирования:** Программа, выполняющая представление результатов компьютерного моделирования в заданном виде для графического и других видов анализа, формирования презентационных, текстовых, табличных, графических и видеоматериалов.

3.19 **программный комплекс компьютерного моделирования:** Вид программного обеспечения компьютерного моделирования, которое позволяет выполнить полный цикл компьютерного моделирования, включая подготовку данных, описывающих объект моделирования, данных, необходимых для реализации методики компьютерного моделирования, расчет компьютерной модели, формирование и обработку результатов компьютерного моделирования.

Примечание — Программный комплекс состоит из программных компонентов и/или программных модулей различного назначения, включая препроцессор, решатель(и), постпроцессор, систему управления расчетом и др.

3.20 **разработка (подготовка) компьютерной модели:** Процесс определения и задания параметров компьютерной модели, характеризующих свойства объекта моделирования.

Примечание — Разработка компьютерной модели может включать создание или импорт геометрической модели объекта моделирования и генерацию сеточной модели (при использовании сеточных методов).

3.21 **расчет компьютерной модели:** Применение разработанной компьютерной модели и соответствующего программного обеспечения компьютерного моделирования, выполняющего численное решение уравнений математической модели и завершающееся получением результатов компьютерного моделирования.

3.22 **решатель программного обеспечения компьютерного моделирования:** Программа, выполняющая расчет математической модели соответствующего физического процесса конкретным численным методом.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ЖЦ — жизненный цикл;

КМ — компьютерная модель;

ОМ — объект моделирования;

ПК КМ — программный комплекс компьютерного моделирования;

ПО КМ — программное обеспечение компьютерного моделирования.

5 Общие положения

5.1 ПО КМ применяется при решении задач моделирования физических процессов для изделий на стадиях ЖЦ изделий и природных явлений, в том числе:

- выполнения фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в интересах формирования научно-технического задела;
- обоснования и оптимизации разрабатываемых технических решений в интересах выполнения заданных техническим заданием требований, в том числе с целью повышения технологичности и надежности изделия;
- создания компьютерных и цифровых моделей изделия, цифровых испытательных стендов и полигонов для проведения цифровых испытаний, установленных в ГОСТ Р 57700.37;
- обоснования эксплуатационной безопасности, экономических показателей ОМ и др.

5.2 ПО КМ должно обеспечивать получение качественных и/или количественных характеристик ОМ при моделировании его состояний и/или видов воздействия с заданной точностью.

Примечания

1 Качественные характеристики определяют состояние и свойства ОМ, которые могут видоизменяться или утрачиваться. Примерами качественных характеристик ОМ являются функциональность, эксплуатационная без-

опасность (разрушится конструкция при определенном воздействии или нет), безотказность, ремонтопригодность, изделия, состояние (твердое, жидкое, газообразное).

2 Количественные характеристики ОМ описывают свойства и состояние ОМ, которые могут быть выражены численным значением (плотность, масса, температура, скорость и др.).

5.3 ПО КМ предназначено для компьютерного моделирования физических процессов для изделий и природных явлений, классификация КМ которых соответствует ГОСТ Р 57700.22.

5.4 Верификация и валидация ПО КМ проводится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 57700.2 и стандартами организаций, структура и содержание разделов которых должны соответствовать ГОСТ Р 57700.1.

5.5 Требования к составу и разработке программной документации ПО КМ — в соответствии с требованиями Единой системы программной документации. Состав документации ПО КМ может быть уточнен в техническом задании на разработку ПО КМ.

6 Требования к составу и функциональности программного обеспечения компьютерного моделирования

6.1 ПО КМ должно содержать компоненты и программные модули, обеспечивающие следующие типовые функции:

- ввод исходных данных (начальных, граничных условий, параметров ПО КМ и т. п.), необходимых для проведения расчета КМ;
- проведение расчета КМ;
- выдачу результатов компьютерного моделирования.

Примечание — Ввод исходных данных может выполняться из заранее подготовленного файла, результаты компьютерного моделирования могут быть представлены в виде числовых данных.

6.2 В состав ПО КМ могут входить следующие основные функциональные компоненты:

а) препроцессор, реализующий следующую функциональность:

1) подготовку и редактирование исходных данных для расчета КМ, включая задание начальных и граничных условий, в интерактивном и/или автоматическом режимах;

2) настройку параметров ПО КМ для заданной КМ (например, точность сведения итераций в решателе, критерий автоматического выбора временного шага);

3) сохранение и чтение исходных данных и параметров функционирования ПО КМ для заданной КМ (средства создания резервной копии проекта в процессе подготовки расчета КМ);

4) разработку КМ, включая создание геометрической модели, генерацию или импорт сеточной модели (при использовании сеточных методов), с заданным уровнем дискретизации и визуализацию;

б) решатель (набор решателей), обеспечивающий расчет математической модели соответствующего физического процесса с заданной точностью в заявленной области применения;

в) средства реализации мультифизичного компьютерного моделирования, обеспечивающие взаимодействие нескольких программ, моделирующих различные физические процессы при решении взаимно связанных задач, соответствующих различным физическим процессам;

г) система управления расчетом, обеспечивающая контроль над ходом выполнения вычислительного процесса при расчете КМ и возможность управления им (например, подключение или отключение программных модулей, запись контрольных точек и выдача информации в заданные моменты времени, останов расчета и т. п.);

д) система пользовательского интерфейса, который должен соответствовать интерфейсам современного программного обеспечения, предназначенного для задач компьютерного моделирования, быть интуитивно понятным пользователю;

е) модуль оптимизации, обеспечивающий решение задач одно- и/или многокритериальной оптимизации;

ж) постпроцессор;

з) система управления библиотеками справочных данных, входящих в состав ПО КМ;

и) библиотеки справочных данных, содержащие информацию, необходимую для функционирования ПО КМ (например, физические константы, свойства материалов и т. п.);

к) средства записи и чтения контрольных точек ПО КМ, представляющих совокупность данных вычислительного процесса (переменные, массивы и т. п.), необходимых для прерывания выполнения

расчета КМ и его последующего продолжения, с возможностью продолжения расчета КМ при различном количестве параллельных процессов (при использовании ПО КМ с алгоритмами распараллеливания на многопроцессорных ЭВМ);

л) средства создания и выполнения функций, определенных пользователем, обеспечивающих выполнение алгоритмов вычислений или обработки данных, не содержащихся в ПО КМ, и модификации пользовательского интерфейса;

м) модуль интеграции, обеспечивающий возможность использования в процессе компьютерного моделирования программных компонентов и модулей (библиотек справочных данных, файлов), разработанных внешними по отношению к разработчику ПО КМ организациями;

н) справочная система, включающая средства информационной поддержки пользователя в виде контекстной подсказки, контекстного меню, быстрого поиска элементов и др.;

о) система контроля ошибок и диагностики, включающая средства проверки правильности и непротиворечивости задаваемых пользователем данных и выдачи сообщений о возможных проблемах, связанных с выявленными ошибками.

Примечание — В состав ПО КМ могут входить и другие функциональные компоненты. Состав функциональных компонентов ПО КМ может быть уточнен (сокращен или дополнен) в техническом задании по согласованию с заказчиком.

6.3 ПК КМ является видом ПО КМ.

ПК КМ характеризуется:

- наличием более полного по сравнению с минимально требуемым для ПО КМ по 6.1 набором функциональных компонентов, что обеспечивает возможность проведения полного цикла моделирования без использования дополнительных программных средств;
- возможностью управлять расчетами на всех этапах моделирования в интерактивном и/или автоматическом режимах;
- развитым пользовательским интерфейсом.

6.4 Обязательными для ПК КМ являются следующие функциональные компоненты:

- препроцессор с функцией разработки КМ;
- решатель(и);
- система управления расчетом КМ;
- постпроцессор.

УДК 004.942:006.354 ОКС 35.080

Ключевые слова: программное обеспечение компьютерного моделирования, компьютерная модель, физический процесс, функциональные компоненты программного обеспечения компьютерного моделирования

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

Сдано в набор 19.01.2024. Подписано в печать 29.01.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,18.

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.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru