ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57700.23— 2020

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Валидация. Общие положения

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. № 1074-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 1
4 Общие положения 3
5 Общие требования к проведению валидации и представлению результатов 3
6 Общие требования к оформлению отчетов по валидации 3

Введение

Компьютерное моделирование широко применяется для описания свойств и функциональных характеристик промышленных изделий, а также процессов, связанных с этими изделиями на всех этапах жизненного цикла. Моделирование проводится на основе построения компьютерных моделей реальных объектов с использованием программного обеспечения компьютерного моделирования. Программное обеспечение компьютерного моделирования позволяет выполнять моделирование различных объектов в пределах заявленного класса. Для конкретного объекта моделирования создается отдельная компьютерная модель, учитывающая необходимые свойства и особенности.

Для использования в виртуальных экспериментах программное обеспечение компьютерного моделирования подвергают процедурам верификации и валидации, а компьютерные модели — процедуре валидации. В рассматриваемых процедурах сравнивают результаты компьютерного моделирования с результатами натурных экспериментов, либо с подтвержденными результатами, полученными с использованием альтернативных компьютерных моделей и программного обеспечения компьютерного моделирования.

Процедура валидации программного обеспечения компьютерного моделирования регламентируется ГОСТ Р 57700.1 в рамках процесса сертификации.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Валидация. Общие положения

Computer models and simulation.
Validation. General position

Дата введения — 2021—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к валидации компьютерных моделей для физико-механических и физико-химических процессов.

Требования к валидации компьютерной модели, установленные настоящим стандартом, могут полностью или частично применяться к компьютерным моделям других процессов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 7.32 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления

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

ГОСТ Р 57700.24 Компьютерные модели и моделирование. Валидационный базис

ГОСТ Р 57700.25 Компьютерные модели и моделирование. Процедуры валидации

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 следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

модель: Сущность, воспроизводящая явление, объект или свойство объекта реального мира. [ГОСТ Р 57412—2017, статья 3.1.1]

Издание официальное

3.1.2

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

[ГОСТ Р 57412—2017, статья 3.1.4]

3.1.3

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

[ГОСТ Р 57412—2017, статья 3.1.6]

3.1.4

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]

3.1.5

программное обеспечение компьютерного моделирования; ПО КМ: 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, статья 3.1.1]

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

3.1.6

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, статья 3.1.4]

3.1.7

валидационный базис: Упорядоченная система данных, содержащая результаты натурных экспериментов и результаты компьютерного моделирования, которые позволяют доказать с заданной точностью соответствие компьютерной модели или программного обеспечения компьютерного моделирования объекту моделирования.

[ГОСТ Р 57700.24—2020, статья 3.1.4]

3.1.8

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

[ГОСТ Р 57700.22—2020, статья 3.1.6]

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

КМ — компьютерная модель,

ПО КМ — программное обеспечение компьютерного моделирования;

ОМ — объект моделирования;

ЖЦ — жизненный цикл;

ВБ — валидационный базис.

4 Общие положения

4.1 КМ, используемые при проведении виртуальных экспериментов, результаты которых оформляют в виде отчета (например, для приемочных испытаний), должны пройти процедуру валидации, подтверждающую соответствие результатов численного моделирования ОМ и/или процессу реального мира.

4.2 На начальных этапах ЖЦ изделия (эскизный проект, выбор и отработка отдельных элементов конструкции и т.п.) могут применяться КМ, не прошедшие процедуру валидации.

4.3 В процессе проведения валидации КМ должна быть определена степень соответствия КМ (с определенной точностью) ОМ и/или процессу реального мира. Порядок проведения валидации КМ по ГОСТ Р 57700.25.

4.4 Валидацию КМ должны проводить с использованием ПО КМ, процесс валидации которого выполняется в соответствии с ГОСТ Р 57700.1.

4.5 Валидацию КМ выполняют путем сравнения результатов компьютерного моделирования с данными, включенными в ВБ по ГОСТ Р 57700.24.

4.6 ВБ должен содержать данные, ранее описанные в отчетах (подробное описание физической постановки задачи, требования к выдаче результатов, результаты экспериментов с указанием точности измерений), программах и/или методиках испытаний, актах и протоколах испытаний.

4.7 Целесообразность применения того или иного подхода к валидации КМ при моделировании процессов (технологии компьютерного моделирования) определяют для каждого отдельного случая на основании целей и задач конкретного исследования.

4.8 Валидацию КМ осуществляют после изготовления опытного образца и проведения с ним необходимого для постановки на производство количества испытаний.

4.9 Валидация КМ включает следующие подпроцессы:

- подтверждение соответствия физических параметров расчетной модели и ОМ;
- подтверждение воспроизводимости при компьютерном моделировании физических свойств ОМ (составных частей ОМ);
- подтверждение воспроизводимости физических явлений, процессов,
- подтверждение соответствия смоделированных функций ОМ функциям объекта реального мира.

4.10 Требования к критериям подтверждения идентичности физических параметров, свойств, явлений, процессов КМ и объектов реального мира должны быть определены ВБ

5 Общие требования к проведению валидации и представлению результатов

5.1 В ходе проведения оценки соответствия КМ реальному объекту должно быть определено насколько физические явления и законы, включенные исследователем в расчетную модель:

- соответствуют постановке исходной задачи,
- достаточны для получения требуемых решений.

5.2 В моделировании и эксперименте важна роль количественной характеристики неопределенности и, как следствие, повторяемости результатов. При проведении одного и того же эксперимента, применяемого в качестве валидационного базиса, должны быть обеспечены организационные условия, при удовлетворении которых результаты эксперимента должны в определенной степени коррелировать между собой. Степень корреляции определяется, исходя из особенностей проводимого эксперимента и физического процесса, моделируемого в ходе него. Степень корреляции должна быть известной величиной.

5.3 Одновременно с учетом того, что любая КМ содержит ряд параметров (например, свойства материалов), которые являются в реальном мире не детерминистическими, а стохастическими величинами, при проведении компьютерного моделирования должна быть проведена оценка зависимости решения от исходных данных.

5.4 В случае внесения изменений в КМ должна быть проведена повторная валидация. Если необходим повторный анализ, то он должен быть проведен не только для проверки отдельных изменений, но и для проверки масштаба и последствия каждого изменения.

6 Общие требования к оформлению отчетов по валидации

6.1 Результаты валидации КМ оформляют в виде отчета. Отчет о валидации КМ может включать следующие разделы:

- валидация расчетной методики;
- описание данных, полученных экспериментально, и экспериментальных установок (при наличии);

Примечание — Согласно ГОСТ Р 57700.1 если экспериментальная установка не сертифицирована, то должно быть приведено ее описание.

- описание аналитических данных (при наличии);
- описание валидационных расчетов;
- матрица валидации КМ.

6.2 Отчет о валидации должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.32.

6.3 В разделе «Валидация расчетной методики» должно быть приведено:

- обоснование способности КМ адекватно моделировать физические процессы и объекты;
- область моделирования и пределы применения КМ;
- перечень заявленных для валидации расчетных параметров и величин их максимального отклонения при различных параметрах моделирования;
- количественная оценка погрешностей моделирования.

6.4 В разделе «Описание данных, полученных экспериментально, и экспериментальных установок» должны быть представлены:

- данные для валидации КМ, полученные на экспериментальных установках и необходимые для оценки расчетных параметров, полученных при моделировании физического процесса или объекта;
- описание экспериментальных установок;
- описание экспериментальных тестов и экспериментальных данных.

6.5 В разделе «Описание аналитических данных» должны быть представлены данные для валидации КМ, полученные на основании аналитических решений.

6.6 В разделе «Описание валидационных расчетов» должен быть приведен перечень расчетных тестов, используемых для обоснования КМ, и их краткое описание.

6.7 В разделе «Матрица валидации КМ» должна быть приведена матрица валидации ПО КМ. Состав данных матрицы валидации КМ и ее рекомендуемая форма в соответствии с ГОСТ Р 57700.1.

6.8 В приложении к отчету о валидации КМ могут быть представлены дополнительные материалы, необходимые для обеспечения полноты информации, приведенной в отчете.

УДК 001.4:004:006.354 ОКС 01.040.01, 07.020, 07.030

Ключевые слова: программное обеспечение компьютерного моделирования, валидация, компьютерная модель, физико-механические и физико-химические процессы, отчет о валидации

БЗ 12—2020

Редактор *Д.А. Кожемяк*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *М.В. Лебедевой*

Сдано в набор 16.11.2020. Подписано в печать 26.11.2020. Формат 60×84¼. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,74.

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

gost.e-ecolog.ru