ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57700.37— 2021

Компьютерные модели и моделирование

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИЗДЕЛИЙ

Общие положения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ») совместно с Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого

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 16 сентября 2021 г. № 979-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 «РСТ», 2021

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 и определения 2
4 Сокращения 7
5 Общие положения 7
6 Общие требования к разработке цифровых двойников 7
Приложение А (справочное) Снижение объемов испытаний за счет проведения достаточного количества цифровых (виртуальных) испытаний 9

Введение

Настоящий стандарт определяет общие положения разработки и применения цифровых двойников изделий.

Текущий уровень развития науки и техники позволяет создавать математические и компьютерные модели, описывающие с высокой степенью адекватности поведение изделий промышленности на всех стадиях жизненного цикла.

Разрабатываемые математические и компьютерные модели могут отражать различные характеристики и свойства изделий. Объединяя различные математические и компьютерные модели в единую систему, можно получить новую сущность — цифровой двойник, которая позволяет всесторонне описать изделие и системно подойти к разработке, производству и эксплуатации изделий. Применение цифровых двойников изделий в промышленности является развитием парадигмы компьютерного моделирования и цифрового инжиниринга изделий. Для целей настоящего стандарта классификацию компьютерных моделей рекомендуется выполнять по ГОСТ Р 57700.22.

Настоящий стандарт определяет общие положения создания цифровых двойников как для вновь разрабатываемых изделий (еще не созданных), так и для ранее спроектированных или уже эксплуатируемых изделий.

Положения настоящего стандарта предназначены, в первую очередь, для применения предприятиями и организациями в целях обеспечения конкурентоспособности производимых изделий и повышения скорости их вывода на рынок. Достижение этих целей возможно за счет сокращения количества циклов разработки, производства и испытаний опытных образцов изделия, а также сокращения количества изменений, вносимых в конструкцию при производстве и испытаниях опытных образцов изделий (см. приложение А). При таком подходе к созданию изделия основная доля его изменений происходит на стадии разработки. В рамках данной стадии применение цифровых двойников позволяет обосновывать принятые решения за счет быстрой проверки изменений, вносимых в конструкцию изделия и его составных частей, в ходе цифровых (виртуальных) испытаний, и анализировать влияние изменений показателей одних составных частей на другие. Кроме того, с помощью цифрового двойника возможно определить критические зоны и оптимальное количество датчиков, которое необходимо разместить на изделии для сбора данных для дальнейшего использования с целью обеспечения технической эксплуатации и модернизации изделия.

Цифровой двойник разрабатывается и применяется на всех стадиях жизненного цикла изделия, изменяясь на каждой стадии. Наполнение и функциональность цифрового двойника зависит от стадии жизненного цикла изделия.

В настоящем стандарте жизненный цикл изделия рассматривается в соответствии с ГОСТ Р 56136. Действие стандарта ограничивается стадиями разработки, производства и эксплуатации изделия.

Внедрение технологии цифровых двойников на стадии разработки изделия позволит улучшить качество проектирования изделия, обеспечить выполнение технических и тактико-технических требований, сократить количество и повысить результативность проводимых испытаний опытного образца и проработку конструкторской документации изделия на технологичность.

Внедрение технологии цифровых двойников на стадии производства серийных изделий позволит откорректировать и (или) разработать технологическую документацию изделия в зависимости от конкретных производственных условий.

Внедрение технологии цифровых двойников на стадии эксплуатации изделия позволит:

- при применении (использовании) изделия по назначению — автоматизировать и выполнять обоснованное планирование применения изделия в зависимости от его функциональных свойств и технического состояния;
- при выполнении мероприятий технической эксплуатации — принимать обоснованные решения о техническом обслуживании и ремонте изделия.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Компьютерные модели и моделирование

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИЗДЕЛИЙ

Общие положения

Computer models and simulation. Digital twins of products. General provisions

Дата введения — 2022—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общее понятие цифрового двойника изделия, а также общие положения и требования по разработке и применению цифровых двойников изделий.

Стандарт распространяется на изделия машиностроения. На основе настоящего стандарта допускается, при необходимости, разрабатывать стандарты, устанавливающие требования к цифровым двойникам изделий различных отраслей промышленности с учетом их специфики.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.001 Единая система конструкторской документации. Общие положения

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

ГОСТ 2.503 Единая система конструкторской документации. Правила внесения изменений

ГОСТ 3.1001 Единая система технологической документации. Общие положения

ГОСТ 3.1102 Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. Общие положения

ГОСТ 19.101 Единая система программной документации. Виды программ и программных документов

ГОСТ 19.102 Единая система программной документации. Стадии разработки

ГОСТ 34.601 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания

ГОСТ 16504—81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ Р 56135 Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Общие положения

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

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 58301 Управление данными об изделии. Электронный макет изделия. Общие требования

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

Издание официальное

ГОСТ Р 57700.10 Численное моделирование физических процессов. Определение напряженно-деформированного состояния. Верификация и валидация численных моделей сложных элементов конструкций в упругой области

ГОСТ Р 57700.22 Компьютерные модели и моделирование. Классификация

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 и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **адекватность модели:** Соответствие модели моделируемому изделию (процессу, явлению) по обоснованному перечню характеристик.

Примечания:

1 Факторы, влияющие на разработку цифровых моделей высокого уровня адекватности изделию:
- квалифицированные кадры (инженеры);
- технологии;
- высокопроизводительные вычислительные системы;
- сроки;
- финансирование.

2 График качественной зависимости адекватности цифровых моделей изделия от различных факторов приведен на рисунке 1.



Рисунок 1

3.2 **валидация модели изделия:** Подтверждение адекватности модели моделируемому изделию.

Примечания

1 Валидация модели изделия выполняется для выбранного множества характеристик и заданной степени точности.

2 Определение распространяется на математические, компьютерные, цифровые модели.

3.3 **валидация программного обеспечения компьютерного моделирования:** Подтверждение того, что программное обеспечение компьютерного моделирования в заявленной области применения адекватно с заданной степенью точности выполняет подготовку исходных данных, расчеты и обработку результатов таких расчетов.

Примечания

1 При наличии в составе программного обеспечения компьютерного моделирования методического обеспечения необходимо выполнить его валидацию совместно с программами компьютерного моделирования.

2 Валидацию методического и программного обеспечения необходимо проводить на основе анализа результатов испытаний изделия.

3.4 **верификация программного обеспечения компьютерного моделирования:** Подтверждение того, что программное обеспечение компьютерного моделирования выполняет подготовку исходных данных, расчеты и обработку результатов таких расчетов в соответствии с указанной математической моделью.

Примечание — Верификация программного обеспечения компьютерного моделирования является необходимым условием для его последующей валидации.

3.5

данные: Информация, обработанная и представленная в формализованном виде для дальнейшей обработки.

[ГОСТ 7.0—99, статья 3.2.1.2]

3.6

жизненный цикл изделия, жизненный цикл (life cycle): Совокупность явлений и процессов, повторяющаяся с периодичностью, определяемой временем существования типовой конструкции изделия от ее замысла до утилизации или конкретного экземпляра изделия от момента завершения его производства до утилизации.

[ГОСТ Р 56136—2014, статья 3.16]

3.7

изделие: Предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению в организации (на предприятии) по конструкторской документации.

Примечания

1 Изделиями могут быть: устройства, средства, машины, агрегаты, аппараты, приспособления, оборудование, установки, инструменты, механизмы, системы и др.

2 Число изделий может измеряться в штуках (экземплярах).

3 К изделиям допускается относить завершенные и незавершенные предметы производства, в том числе заготовки.

[ГОСТ 2.101—2016, пункт 3.1]

3.8

инструментальное программное средство: Программное обеспечение для разработки, проверки, анализа или эксплуатации программы или документации к ней. Примеры: генератор перекрестных ссылок, декомпилятор, драйвер, редактор, программа составления блок-схем, монитор, генератор контрольных примеров, анализатор временных диаграмм.

[ГОСТ 33707—2016, пункт 4.434]

3.9

испытания: Экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий.

Примечание — Определение включает оценивание и (или) контроль.

[ГОСТ 16504—81, статья 1]

3.10

испытательный полигон: Территория и испытательные сооружения на ней, оснащенные средствами испытаний и обеспечивающие испытания объекта в условиях, близких к условиям эксплуатации объекта.

[ГОСТ 16504—81, статья 25]

3.11

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

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.

[ГОСТ Р 57700.22—2020, пункт 3.1.3]

3.12

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

Примечание — Компьютерную модель разрабатывают при помощи соответствующих программных средств.

[ГОСТ Р 57412—2017, пункт 3.1.10]

3.13

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.

[ГОСТ Р 57412—2017, пункт 3.1.11]

3.14

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

[ГОСТ Р 57188—2016, статья 2.1.2]

3.15

математическое моделирование: Исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения, применения и изучения их математических моделей.

Примечание — Процесс математического моделирования можно разделить на пять этапов: первый — формулирование законов, связывающих основные объекты модели; второй — исследование математических задач, к которым приводит математическая модель; третий — верификация модели; четвертый — валидация модели; пятый — последующий анализ модели в связи с накоплением данных об изучаемых явлениях и модернизация модели.

[ГОСТ Р 57188—2016, статья 2.2.3]

3.16 **многоуровневая система требований:** Иерархическая система взаимосвязанных структур данных, содержащих формализованные требования к изделию и его составным частям.

Примечания

1 В процессе создания цифрового двойника требования верхних уровней декомпозируются, в том числе на целевые показатели и ресурсные ограничения для нижних уровней. Достижение целевых показателей и (или) удовлетворение ресурсным ограничениям всех нижних уровней должно обеспечивать удовлетворение требований более высокого уровня.

2 Частным случаем многоуровневой системы требований является многоуровневая матрица требований (см 3.22, включая целевые показатели и ресурсные ограничения).

3 Данные, поступающие от эксплуатируемого изделия, используются для уточнения многоуровневой системы требований, доработки цифровых моделей с целью прогнозирования поведения изделия в различных условиях эксплуатации, оптимизации затрат на техническое обслуживание, ремонт, а также для модернизации изделия.

3.17

модель: Сущность, воспроизводящая явление, объект или свойство объекта реального мира.
[ГОСТ Р 57188—2016, статья 2.1.1]

3.18

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, пункт 3.1.1]

Примечание — ПО КМ позволяет моделировать различные объекты моделирования в соответствии с классификацией (ГОСТ Р 57412 и ГОСТ Р 57700.22), а также содержит в своем составе программные средства для реализации различных сервисных (по отношению к компьютерной модели) функций. Примеры: препроцессор и постпроцессор (по ГОСТ Р 57700.10), программные модули импорта и экспорта моделей, визуализации геометрических моделей, результатов моделирования, цифровых (виртуальных) испытаний, программы составления схем и сценариев.

3.19 **сертификация программного обеспечения компьютерного моделирования:** Форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия программного обеспечения компьютерного моделирования заявленной области применения.

Примечание — При наличии в составе программного обеспечения компьютерного моделирования методического обеспечения необходимо выполнить подтверждение его соответствия заявленной области применения совместно с программами компьютерного моделирования.

3.20

составная часть изделия; СЧ: Изделие, выполняющее определенные функции в составе другого изделия.

Примечание — Понятие «Составная часть изделия» следует применять в отношении конкретного изделия, в состав которого оно входит. СЧ может быть любым видом изделия по конструкторско-функциональным характеристикам (деталь, сборочная единица, комплекс и комплект).

[ГОСТ 2.101—2016, пункт 3.2]

3.21

стадия жизненного цикла (life cycle stage): Часть ЖЦ, выделяемая по признакам характерных для нее явлений, процессов (работ) и конечных результатов.

[ГОСТ Р 56136—2014, статья 3.17]

3.22

требование: Требуемая (ожидаемая) количественная или качественная характеристика или свойство объекта, а также связанные ограничения и условия.

[ГОСТ Р 59194—2020, пункт 3.1.21]

Примечание — К требованиям также относятся целевые показатели — величины контролируемых параметров, необходимые для удовлетворения требований к изделию с заданной точностью.

3.23 **цифровая модель изделия:** Система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов изделия, описывающая структуру, функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях жизненного цикла, для которой на основании результатов цифровых и (или) иных испытаний по ГОСТ 16504 выполнена оценка соответствия предъявляемым к изделию требованиям.

Примечания

1 Цифровая модель создается с использованием ПО КМ и (или) инструментальных программных и иных средств.

2 Цифровая модель должна описывать структуру, функциональность и поведение разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на тех стадиях жизненного цикла, которые установлены в соответствующих технических заданиях.

3 Наполнение и функциональность цифровой модели зависит от стадии жизненного цикла изделия.

4 Оценка соответствия цифровой модели изделия в общем случае включает в себя процедуры верификации и валидации математических моделей по ГОСТ Р 57188, компьютерных моделей и ПО КМ по ГОСТ Р 57700.1, ГОСТ Р 57700.2, ГОСТ Р 57700.24, ГОСТ Р 57700.25.

5 Под электронными документами понимаются электронные документы по ГОСТ 2.001, ГОСТ 3.1001, ГОСТ 3.1102, ГОСТ 19.101, ГОСТ 34.601, ГОСТ Р 58301.

3.24 **цифровой двойник изделия;** ЦД: Система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями.

Примечания

1 Цифровой двойник разрабатывается и применяется на всех стадиях жизненного цикла изделия.

2 При создании и применении цифрового двойника изделия участникам процессов жизненного цикла (по ГОСТ Р 56135) рекомендуется применять программно-технологическую платформу цифровых двойников (см. 6.3).

3.25 **цифровой (виртуальный) испытательный полигон:** Система, в общем случае состоящая из технических средств, программного, методического и организационного обеспечения и квалифицированного персонала, предназначенная для проведения полигонных испытаний как результата исследования свойств цифровой модели (или цифрового двойника) объекта испытаний.

Примечание — Цифровая модель для проведения полигонных испытаний должна обеспечивать испытания объекта в условиях, близких к условиям эксплуатации объекта.

3.26 **цифровой (виртуальный) испытательный стенд:** Система, в общем случае состоящая из технических средств, программного, методического и организационного обеспечения и квалифицированного персонала, предназначенная для проведения стендовых испытаний как результата исследования свойств цифровой модели (или цифрового двойника) объекта испытаний.

3.27 **цифровые (виртуальные) испытания:** Определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата исследования свойств цифровой модели (или цифрового двойника) этого объекта.

Примечания

1 В настоящем стандарте под объектом испытания подразумевается изделие.

2 В зависимости от вида цифровых (виртуальных) испытаний (см. ГОСТ 16504—81, приложение 2) может быть использован как сам объект испытаний, так и его составные части.

3 Для проведения цифровых (виртуальных) испытаний рекомендуется использовать программно-технологические платформы видов испытаний, определенных ГОСТ 16504.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ЖЦ — жизненный цикл;

ПО КМ — программное обеспечение компьютерного моделирования;

ЦД — цифровой двойник;

ЦД-Р — цифровой двойник, наполнение и функциональность которого определяется в ходе реализации стадии разработки изделия;

ЦД-П — цифровой двойник, наполнение и функциональность которого определяется в ходе реализации стадии производства изделия;

ЦД-Э — цифровой двойник, наполнение и функциональность которого определяется в ходе реализации стадии эксплуатации изделия.

5 Общие положения

5.1 Целью создания ЦД является выполнение технических и тактико-технических требований к изделию, снижение себестоимости и сроков разработки опытных образцов изделия, повышение технологичности изделия, а также повышение надежности и эффективности эксплуатации изделия.

5.2 Задачи ЦД:

- оценка научной обоснованности, тактико-технической целесообразности и технологической реализуемости разрабатываемого или готового изделия в различных условиях эксплуатации;
- возможность на различных стадиях ЖЦ изделия проследить принятые технические решения и их обоснованность,
- обеспечение выполнения участниками процессов ЖЦ функций управления требованиями, конфигурацией и эксплуатационно-техническими характеристиками изделия (ГОСТ Р 56135);
- снижение себестоимости и сроков разработки опытных образцов и испытаний изделия и (или) его составных частей за счет проведения цифровых (виртуальных) испытаний в объеме, достаточном для подтверждения соответствия требованиям технического задания.

5.3 Наполнение и функциональность ЦД зависит от стадии ЖЦ изделия.

5.4 Решение о разработке, составе и функциональности ЦД-Р, ЦД-П и ЦД-Э изделия, в том числе двусторонних информационных связей в составе цифровых двойников, определяет заказчик по согласованию с разработчиком.

Примечание — В зависимости от области применения, типа изделия и стадии его ЖЦ могут быть выделены следующие варианты реализации цифрового двойника: цифровой прототип изделия, цифровой двойник экземпляра изделия, цифровая тень изделия и др. Требования к вариантам реализации цифрового двойника, включая требования к его валидации, могут устанавливаться в рамках серии национальных стандартов и стандартов организаций по цифровым двойникам, разработанных в развитие данного стандарта.

6 Общие требования к разработке цифровых двойников

6.1 Разработка ЦД на каждой стадии ЖЦ изделия осуществляется в соответствии со стандартами, разработанными в развитие данного стандарта.

Допускается по решению заказчика порядок разработки и приемки ЦД осуществлять по ГОСТ 34.601 или ГОСТ 19.102.

Требования к разработке ЦД на каждой стадии ЖЦ изделия могут устанавливаться стандартами организаций.

Требования к разработке ЦД по государственному оборонному заказу, в том числе требования к режиму секретности и обеспечению защиты государственной тайны, устанавливаются в соответствующих документах по стандартизации оборонной продукции.

6.2 Требования к ЦД и состав отчетных документов устанавливаются заказчиком в техническом задании.

6.3 Для создания цифровых моделей и (или) ЦД, проведения цифровых (виртуальных) испытаний, применения результатов математического и компьютерного моделирования и организации совместной работы по созданию цифрового двойника изделия рекомендуется применять программно-технологическую платформу цифровых двойников, включающую, как правило:

- средства управления программным обеспечением компьютерного моделирования;
- средства управления проектами;
- средства сбора, обработки, анализа, визуализации, каталогизации, хранения, передачи компьютерных моделей и результатов компьютерного моделирования;
- средства отслеживания всех изменений конструкторских, технологических решений и модификации компьютерных моделей и вариантов инженерных расчетов;
- средства оформления результатов;
- средства защиты данных и организации совместной работы участников проекта в соответствии с правами доступа;
- средства компьютерного моделирования для планирования применения изделия по назначению, поддержки его технического обслуживания и ремонта.

6.4 Верификация и валидация методического и программного обеспечения компьютерного моделирования, используемого при создании ЦД, а также при необходимости сертификация программного обеспечения компьютерного моделирования выполняются в соответствии с нормативно-техническими документами, указанными в техническом задании.

6.5 Для разработки ЦД изделия создается многоуровневая система требований, которая позволяет проверять соответствие значений показателей, необходимых для удовлетворения требований к изделию, установленным диапазонам значений, а также анализировать их взаимное влияние. Достижение целевых показателей и (или) удовлетворение ресурсным ограничениям многоуровневой системы требований обеспечивается за счет проведения цифровых (виртуальных) испытаний изделия, его составных частей и материалов.

6.6 Цифровые (виртуальные) испытания проводят на цифровых (виртуальных) испытательных стендах и полигонах. В случае невозможности проведения физических (то есть нецифровых) испытаний изделия или его составных частей, цифровые (виртуальные) испытания следует проводить в обязательном порядке. Требования к составу цифровых (виртуальных) испытательных стендов и полигонов определяются стандартами, разработанными в развитие настоящего стандарта.

6.7 Для разработки ЦД необходимо провести оценку соответствия цифровых (виртуальных) испытательных стендов и полигонов нормативно-техническим документам.

Допускается по решению заказчика проводить оценку соответствия требованиям ГОСТ Р 57700.1, ГОСТ Р 57700.2.

6.8 При разработке ЦД используется электронная структура изделия по ГОСТ 2.053.

6.9 Обновление ЦД осуществляют за счет двусторонних информационных связей изделия с ЦД, формируемых на разных стадиях ЖЦ изделия. Обновление ЦД рекомендуется осуществлять с применением программно-технологической платформы цифровых двойников. Полученные данные могут быть преобразованы в новые требования к изделию, которые вносятся в многоуровневую систему требований.

Обновление ЦД рекомендуется осуществлять в соответствии с порядком, определенным в ГОСТ 2.503.

Приложение А
(справочное)

Снижение объемов испытаний за счет проведения достаточного количества цифровых (виртуальных) испытаний



Рисунок А.1

УДК 006.354:004.942:006.354 ОКС 01.140.01

Ключевые слова: компьютерная модель, компьютерное моделирование, математическое моделирование, цифровые двойники изделий, адекватность, валидация модели изделия, верификация, оценка соответствия, программное обеспечение компьютерного моделирования, цифровые (виртуальные) испытания, цифровые (виртуальные) стенды, цифровые (виртуальные) полигоны, цифровая модель изделия

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 22.09.2021. Подписано в печать 04.10.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

gost.e-ecolog.ru