



СОЮЗ ПРОМЫШЛЕННИКОВ
И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ



РОССИЙСКИЙ СОЮЗ
ПРОМЫШЛЕННИКОВ И
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ



С И Б И Р С К И Й
Ф Е Д Е Р А Л Ь Н Ы Й
У Н И В Е Р С И Т Е Т | S I B E R I A N
F E D E R A L
U N I V E R S I T Y

НАЦИОНАЛЬНЫЕ
ПРОЕКТЫ
РОССИИ



ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого



НЦМУ
ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ



ПОЛИТЕХ
Центр Национальной
технологической инициативы
Новые производственные технологии

CML
CompMechLab

ЦЕНТР
КОМПЬЮТЕРНОГО
ИНЖИНИРИНГА СПбПУ



Конференция по цифровой трансформации экономики (региональный аспект) “Состояние и актуальные вызовы внедрения IT-технологий в процесс управления организацией”

27 мая 2022 года, Красноярск

Разработка цифровых двойников изделий как инструмент обеспечения импортозамещения в машиностроении

А.И. Боровков

О докладчике:

проректор по цифровой трансформации СПбПУ, профессор,
руководитель Научного центра мирового уровня “Передовые цифровые технологии”, Центра компетенций НТИ СПбПУ
“Новые производственные технологии”, Инжинирингового центра (CompMechLab®) СПбПУ, научный руководитель ИППТ СПбПУ,
председатель общественно-экспертного совета федерального проекта “Национальная технологическая инициатива”,
лидер-соорукводитель рабочей группы “Технет” (передовые производственные технологии) НТИ, заместитель председателя Координационного совета
Министерства науки и высшего образования РФ по области образования “Инженерное дело, технологии и технические науки”,
член Межведомственной комиссии по технологическому развитию при Правительственной комиссии по модернизации экономики
и инновационному развитию России, член Совета по развитию цифровой экономики при Совете Федерации Федерального Собрания РФ

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Пункт 45

Для достижения результатов по приоритетам научно-технологического развития РФ, установленных настоящей Стратегией, Правительством РФ по согласованию с Советом при Президенте РФ по науке и образованию **формируются и утверждаются комплексные научно-технические программы и проекты**, включающие в себя **СНТР, КНТП, все этапы инновационного цикла**: от

- (1) получения новых фундаментальных знаний *до их*
- (2) практического использования,
- (3) создания технологий,
- (4) продуктов и услуг *и их*
- (5) выхода на рынок.

Проблема (Изделие / Продукт, Услуги):

1. Сложность (научоёмкость, трудоёмкость, ресурсоёмкость, ...)
2. Время на разработку, испытания и производство
3. Объем финансирования

Возможные подходы:

1. Прямой подход: (1) → (2) → (3) → (4) → (5)
2. Обратный подход: (5) → (4) → (3) → (2) → (1)

Новая реальность. Мобилизационная экономика

1. **Импортозамещение / импортоопережение;**
2. **Технологический суверенитет / импортонезависимость**
3. **Глобальная конкурентоспособность экономики и национальная безопасность России.**

**Обратный
подход**

СНТР, КНТП, все этапы инновационного цикла: ОТ

- (1) **получения новых фундаментальных знаний до их**
- (2) **практического использования,**
- (3) **создания технологий,**
- (4) **продуктов и услуг и их**
- (5) **выхода на рынок.**

Проблема (Изделие / Продукт, Услуги):

1. **Сложность (научоёмкость, трудоёмкость, ресурсоёмкость, ...)**
2. **Время на разработку, испытания и производство**
3. **Объем финансирования**

Возможные подходы:

1. **Прямой подход: (1) → (2) → (3) → (4) → (5)**
2. **Обратный подход: (5) → (4) → (3) → (2) → (1)**

Центр НТИ «Новые производственные технологии» на базе Института передовых производственных технологий ФГАОУ ВО СПбПУ

Основание: Постановление Правительства РФ № 1251 с целью развития ключевых компетенций по направлению «Новые Производственные Технологии»

Курирующая организация: Минобрнауки России

Сроки реализации: 2017 – 2021 гг.

Миссия центра: **обеспечение глобальной конкурентоспособности отечественных компаний-лидеров на рынках НТИ и в высокотехнологичных отраслях промышленности**

Основные технологии Центра:

1. Цифровое проектирование и моделирование (CAD-CAE-HPТС-CAO), цифровые двойники (Digital Twins), «умные» цифровые двойники (Smart Digital Twin), бионический / генеративный дизайн ((Simulation & Optimization)-Driven Bionic / Generative Design), PDM / PLM, Digital Brainware, Цифровая платформа разработки и применения цифровых двойников CML-Bench™ (SPDM)

2. Новые материалы

(в первую очередь, композиционные материалы, метаматериалы, металлопорошки для аддитивного производства);

3. Аддитивные технологии

включая 3D-принтеры, технологии, подходы и способы работ с исходными материалами, разработка и эксплуатация расходных материалов и набор услуг по 3D-печати;

4. Smart-Manufacturing-технологии и гибридные производственные технологии.



Направления деятельности Центра:

- 1. Консорциум: консолидация, развитие и трансфер компетенций в сфере ППТ.**
- 2. Создание новых технологических решений** для обеспечения глобальной конкурентоспособности отечественных компаний.
- 3. Подготовка перспективных кадров** при создании новых продуктов для глобальных рынков, реализацию обучения по сетевому принципу;
- 4. Развитие инфраструктуры** испытательных полигонов (TestBeds), центров (органов или лабораторий) сертификации и образовательных центров (learning factories) по развитию компетенций мирового уровня, базовых для Цифровых, «Умных» и Виртуальных Фабрик Будущего.

Центр решает для компаний следующие задачи

- Развитие компетенций в создании глобально конкурентоспособной продукции: **разработка цифровых двойников изделий**
- Повышение эффективности производства за счет создания **цифровых двойников технологических / производственных процессов**

Состав консорциума: 84 организации

19 университетов:

СПбПУ, МГУ, СПбГУ, Московский Политех, РХТУ, МГТУ Станкин, ЮрГУ, МИЭТ, Сколтех, Иннополис, ПНИПУ, ИвГПУ, ТГПУ, НовГУ, СОГУ, СКГМИ, Самарский университет, Тольяттинский университет, УГНТУ

6 промышленных корпораций:

«Ростех», «Росатом», ОАК, ОДК, ОСК, РЖД

Крупные промышленные высокотехнологические предприятия – лидеры отраслей:

АВТОВАЗ, УАЗ, ИЛ, ОДК-Сатурн, НПО «Центротех», СНСЗ, КМПО, Северсталь, Хевел, ГОЗ Обуховский завод, ЛЕНПОЛИГРАФМАШ, Концерн «Морское подводное оружие-Гидроприбор»

Крупнейшие научные организации:

НИЦ «Курчатовский институт», Российский федеральный ядерный центр (РФЯЦ-ВНИИЭФ), ЦНИИ РТК, ВЦ РАН, ИПХФ РАН

SATARC (Китай):

Китайский центр автомобильных технологий и исследований

Высокотехнологичные компании-лидеры – «Национальные чемпионы»:

Диаконт, Биокад, Лаборатория «Вычислительная механика» (CompMechLab), Фаберлик

Лауреат Национальной промышленной премии РФ «Индустрия» и «Национальный чемпион»

Лаборатория «Вычислительная механика» (CompMechLab)

Малые инновационные предприятия НТИ:

Оптименга 777, ВГТ, ВFG, Политех-Инжиниринг, ИИТ Консалтинг, Ай-Теко, Бином, ТИК ЛВМ АТ, ИИТ Консалтинг и др.

Инновационная инфраструктура:

Фонд «ЦСР «Северо-Запад», Технопарк Санкт-Петербурга, Образовательный центр «Сириус», НИЦ АСК

Основные потребители услуг Центра

- **Высокотехнологические компании с большим потенциалом роста**
- **Компании с большим потенциалом для создания глобально конкурентоспособной экспорто ориентированной продукции**

Отрасли

- **Автомобилестроение**
- **Двигателестроение, энергомашиностроение**
- **Авиастроение и ракетно-космическая отрасль**
- **Нефтегазовое машиностроение**
- **Железнодорожные транспорт**
- **Судостроение и кораблестроение**
- **Легкая промышленность и индустрия моды**

Ключевые участники и партнеры консорциума ЦНТИ СПбПУ

ЛИДЕРЫ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



ЛИДЕРЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ



НАЦИОНАЛЬНЫЕ ЧЕМПИОНЫ И ЛИДЕРЫ ИННОВАЦИЙ



ЗАРУБЕЖНЫЙ ПАРТНЕР



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 57700.37–2021

«Компьютерные модели и моделирование. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИЗДЕЛИЙ. Общие положения»

Технический комитет 700 Росстандарта «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии»

Председатель ТК 700: О.Н. Рязанцев, заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации

Зам. Председателя ТК 700: Р.М. Шагалиев, заместитель директора и заместитель научного руководителя «РФЯЦ-ВНИИЭФ», руководитель приоритетного технологического направления «Технологии высокопроизводительных вычислений, включая суперкомпьютерные технологии»

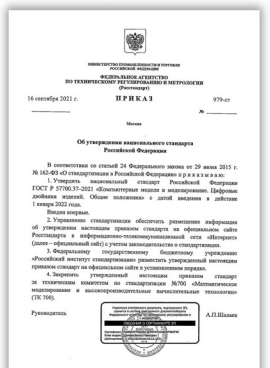
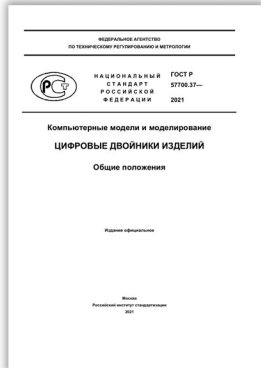
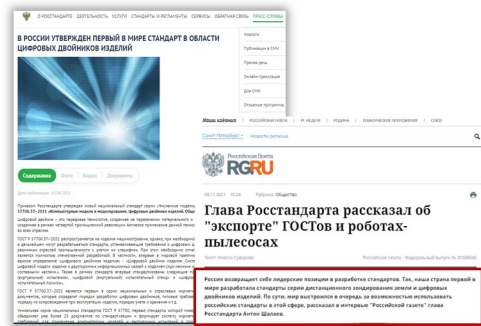
Разработчик национального стандарта: ТК 700, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ФГАОУ ВО «СПбПУ», рабочая группа «Цифровые двойники» ТК 700

(вошли представители 25 организаций):



Окончательная редакция стандарта одобрена на заседании ТК 700 12.08.2021, утверждена приказом Росстандарта № 979-ст от 16.09.2021. Стандарт введен в действие с 1 января 2022 г.

Руководитель Росстандарта Антон Шалаев заявил:
«В Российской Федерации первым в мире появился национальный стандарт на цифровые двойники изделия. Впервые в мировой практике ГОСТом установлены единые определения цифрового двойника, виртуальных испытаний, виртуальных испытательных стендов, виртуальных испытательных полигонов».



“Так, наша страна первой в мире разработала стандарты серии дистанционного зондирования земли и цифровых двойников изделий. По сути, мир выстроился в очередь за возможностью использовать российский стандарты”



Разработка и применение цифровых двойников (ЦД) на стадиях жизненного цикла: разработка (ЦД-Р), производство (ЦД-П) и эксплуатация (ЦД-Э)

Уровень адекватности

Цифровой двойник.

{Примитивное} понимание уровня Википедии:

Цифровой двойник (англ. *Digital Twin*) — цифровая копия физического объекта или процесса, помогающая оптимизировать эффективность бизнеса.

Концепция «цифрового двойника» является частью IV промышленной революции и призвана помочь предприятиям быстрее обнаруживать физические проблемы, точнее предсказывать их результаты и производить более качественные продукты

Реальное изделие, ЦД

Двусторонняя ИТ-связь между реальным изделием и ЦД

Реальное изделие ЦД

Реальное изделие-1

Реальное изделие-1 ЦД-Э

t

1. Разработка (ЦД-Р)

2. Производство (ЦД-П)

3. Эксплуатация (ЦД-Э)

Разработка и применение цифровых двойников (ЦД) на стадиях жизненного цикла: разработка (ЦД-Р), производство (ЦД-П) и эксплуатация (ЦД-Э)

Уровень адекватности

Цифровой двойник

{Примитивное} понимание

Цифровой двойник (электронная копия) – это цифровая копия физического объекта, процесса, помогающая повысить эффективность и качество.

Концепция «цифрового двойника» является частью IV промышленной революции. Она помогает предприятиям решать физические проблемы, связанные с производством, и получать более качественные результаты.

производить более качественные продукты

Серия из 10 предварительных национальных стандартов в области «умного» производства (разработаны ТК 194 «Киберфизические системы»)

Цифровой двойник – программно-аппаратный комплекс, реализующий комплексную динамическую модель для исследования и управления деятельностью социотехнической системы.

Реальное изделие, ИП

Двусторонняя ИТ-связь между реальным изделием и ЦД

Реальное изделие ЦД

Реальное изделие-1

Реальное изделие-1 ЦД-Э

1. Разработка (ЦД-Р)

2. Производство (ЦД-П)

3. Эксплуатация (ЦД-Э)

t

Разработка и применение цифровых двойников (ЦД) на стадиях жизненного цикла: разработка (ЦД-Р), производство (ЦД-П) и эксплуатация (ЦД-Э)

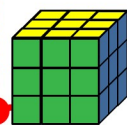
Уровень адекватности

Обобщенный моделирующий системный инжиниринг (G-MBSE): 1D,...,3D & **V**: $T \rightarrow MT, ЦП, PO$ & Мультидисциплинарное численное моделирование и применение технологий оптимизации (CAE & CFD & CAO) & Верификация & Валидация (V&V) & Суперкомпьютерные технологии, высокопроизводительные (HPC) и высокопродуктивные (HP²C) вычисления & ВИ & ВИС & ВИП

ЦД-Р = $= MT^*, ЦП^*, PO^*$



Технологическая наследственность



Реальное изделие ЦД-П = $= MT^{**}, ЦП^{**}, PO^{**}$

Двусторонняя ИТ-связь между реальным изделием и ЦД

Реальное изделие ЦД-Э

Цифровая модель-1, несбалансированная MT, ЦП, PO

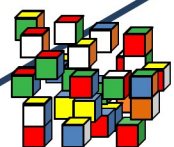


“доводка изделия до требуемых характеристик путем большого числа испытаний опытных образцов”

Реальное изделие-1

Реальное изделие-1 ЦД-Э

Цифровая модель-2, без MT, ЦП, PO



Реальное изделие-2

Реальное изделие-2 ЦД-Э

FB-1

FB-2

FB-3

t

1. Разработка (ЦД-Р)

2. Производство (ЦД-П)

3. Эксплуатация (ЦД-Э)

Соотношение понятий «математическая модель», «компьютерная модель» и «цифровая модель» в рамках ГОСТ Р «Компьютерные модели и моделирование. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИЗДЕЛИЙ. Общие положения»

Цифровая модель

Компьютерная модель

Математическая модель

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.

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.

[ГОСТ Р 57412—2017 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения и ГОСТ Р 57700.22—2020 Компьютерные модели и моделирование. Классификация]

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

[ГОСТ Р 57188—2016 Численное моделирование физических процессов. Термины и определения]

Адекватность модели. График качественной зависимости адекватности цифровых моделей изделия от различных факторов

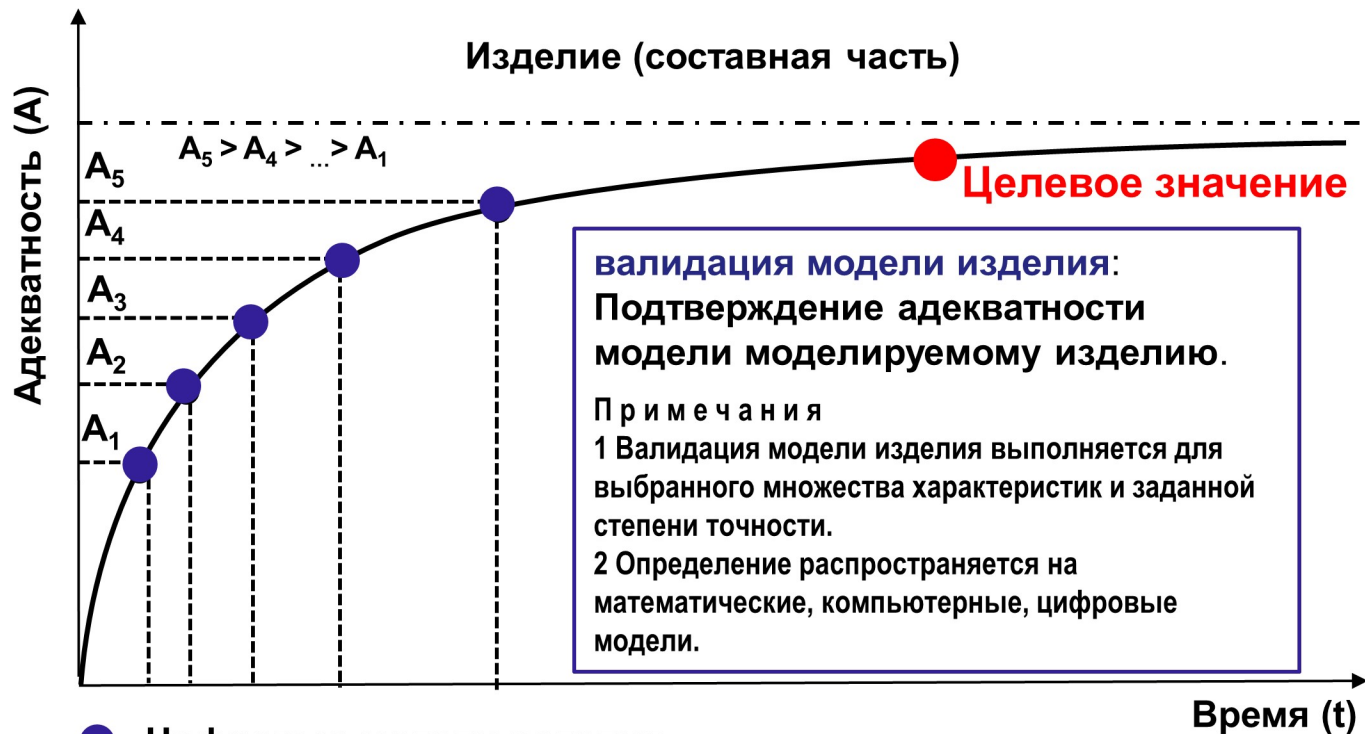
Адекватность модели – соответствие модели моделируемому изделию (процессу, явлению) по обоснованному перечню характеристик

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



**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.

- Цифровые модели изделия (уровни адекватности $A_1 < A_2 < A_3 < A_4 < A_5$)
- Адекватность

Определения из ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИЗДЕЛИЙ. Общие положения»

11 терминов, приведенных разработчиками:

1. адекватность модели;
2. валидация модели изделия;
3. валидация программного обеспечения компьютерного моделирования;
4. верификация программного обеспечения компьютерного моделирования;
5. **многоуровневая система требований;**
6. сертификация программного обеспечения компьютерного моделирования;
7. цифровая модель изделия;
8. цифровой двойник изделия;
9. цифровой (виртуальный) испытательный полигон;
10. цифровой (виртуальный) испытательный стенд;
11. цифровые (виртуальные) испытания.

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 (п. 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 модернизации изделия.

Триада

“цифровые (виртуальные) испытания (Ц(В)И) – цифровые (виртуальные) испытательные стенды (Ц(В)ИС) – цифровые (виртуальные) испытательные полигоны” (Ц(В)ИП)

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.

[ГОСТ 16504—81, пункт 1]

Определяет **46** видов испытаний:

- предварительные;
- квалификационные;
- аттестационные;
- сертификационные;
- лабораторные;
- стендовые;
- полигонные;
- натурные;
- эксплуатационные;
- технологические;
- ...

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.

цифровой
(виртуальный)
испытательный
стенд:

цифровой
(виртуальный)
испытательный
полигон:

Система, в общем случае, состоящая из технических средств, программного, методического и организационного обеспечения и квалифицированного персонала, **предназначенная для проведения**

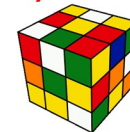
**стендовых
испытаний**

**полигонных
испытаний**

как результата исследования свойств цифровой модели (или цифрового двойника) объекта испытаний.

Разработка ЦД может осуществляться как для разрабатываемых изделий (еще не созданных), так и для изделий, ранее спроектированных и (или) уже эксплуатируемых

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

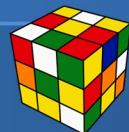


Примечания

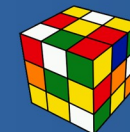
- 1 Цифровой двойник разрабатывается и применяется на всех стадиях жизненного цикла изделия.
- 2 При создании и применении цифрового двойника изделия участникам процессов жизненного цикла (по ГОСТ Р 56135) рекомендуется применять программно-технологическую платформу цифровых двойников.



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

1. Разработка (ЦД-Р)

2. Производство (ЦД-П)

3. Эксплуатация (ЦД-Э)

t

Определения из ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИЗДЕЛИЙ. Общие положения»

11 терминов, приведенных разработчиками:

1. адекватность модели;
2. валидация модели изделия;
3. **валидация программного обеспечения компьютерного моделирования;**
4. **верификация программного обеспечения компьютерного моделирования;**
5. многоуровневая система требований;
6. **сертификация программного обеспечения компьютерного моделирования;**
7. цифровая модель изделия;
8. цифровой двойник изделия;
9. цифровой (виртуальный) испытательный полигон;
10. цифровой (виртуальный) испытательный стенд;
11. цифровые (виртуальные) испытания.

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.

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.

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.

План мероприятий (дорожная карта) по развитию сотрудничества между АО «ТВЭЛ» и Центром НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии»

11 февраля 2021 г. в СПбПУ состоялось подписание дорожной карты (плана мероприятий) по развитию сотрудничества между АО «ТВЭЛ» (управляющая компания Топливного дивизиона Госкорпорации «Росатом») и Центром компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии».

Документ подписали президент АО «ТВЭЛ» **Наталья Никипелова** и ректор СПбПУ **Андрей Рудской**.

Дорожная карта, рассчитанная до конца **2023 года**, охватывает широкий спектр научно-технологических и образовательных направлений.

Сотрудничество предполагает использование **цифровых методов и технологий инжиниринга (цифровых двойников и цифровых моделей)** при разработке и испытаниях **новых продуктов и материалов** по целому ряду направлений деятельности Топливной компании.

Документ предполагает **организацию и проведение серии научно-практических семинаров по теме современных подходов к проектированию и разработке наукоемкой техники**, а также **реализацию совместной магистерской программы «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство» на базе ИППТ СПбПУ**. Кроме того, совместная работа предполагает разработку и реализацию программ переподготовки и программ повышения квалификации для ключевых сотрудников Топливной компании ТВЭЛ



ОДК завершила первый этап создания цифрового двойника морского двигателя (сентябрь 2021 г.)

Специалисты **ОДК Ростеха** совместно со специалистами **Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии»** завершили первый этап проекта по **разработке цифрового двойника морского газотурбинного двигателя** (ГТД) и редуктора в составе агрегата.

«Умный» двойник позволит **свести к минимуму затраты на изготовление опытных образцов** силовых установок, сократить сам **испытательный процесс**, поможет **управлять жизненным циклом изделия**.

«Цифровизация сокращает сроки и стоимость создания двигателей и при этом позволяет нам предложить заказчикам контракт полного жизненного цикла, подразумевающий поставку и обслуживание двигателя на всех этапах эксплуатации», – пояснил заместитель генерального директора – генеральный конструктор ОДК Юрий Шмотин.

Разработка цифрового двойника морского газотурбинного двигателя М90ФР ведется по заказу **Минпромторга России**.

Работа над проектом рассчитана на четыре этапа, и ее завершение запланировано на **2023** год.

23 СЕНТЯБРЯ 2021

ОДК завершила первый этап создания цифрового двойника морского двигателя

События, связанные с этим

- 24 СЕНТЯБРЯ 2021
ОДК-Сатурн представило новую модельную конструкцию газотурбинного двигателя А4-222-25
- 23 СЕНТЯБРЯ 2021
ОДК объявил о завершении работы над созданием цифрового двойника морского двигателя
- 22 СЕНТЯБРЯ 2021
ОДК завершила первый этап создания цифрового двойника морского двигателя
- 22 СЕНТЯБРЯ 2021
Впервые в мире поставку унифицированных ГТД нового класса мощности для ГЛР-авиации
- 20 СЕНТЯБРЯ 2021
Бориславов представил новую модельную конструкцию газотурбинного двигателя

Подпишитесь на новости

Введите электронную почту

Настоящая работа также опирается на **терминологию и общие положения**, определенные во **впервые разработанном национальном стандарте**, подготовленном техническим комитетом №700 – **ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения»**.

ОДК завершила второй этап разработки технологии цифрового двойника морского ГТД (1 февраля 2022 г.)

«ОДК-Сатурн» завершило второй этап разработки технологии цифрового двойника морского газотурбинного двигателя.

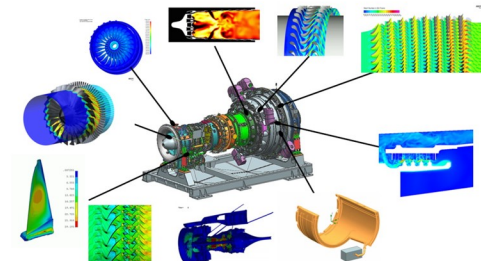
Разработка технологии ведется совместно с СПбПУ Петра Великого и ЦИАМ имени П.И. Баранова.

На данном этапе:

- разработан модуль управления требованиями к изделию,
- выполнен значительный объем высокоточного математического моделирования элементов ГТД,
- создана динамическая модель двигателя,
- разработан программный комплекс для прогнозирования технического состояния и развития дефектов.

Идет подготовка ко второму этапу инженерных испытаний на двигателе для верификации применяемых подходов и разработанных математических моделей ГТД.

В рамках второго этапа НИР выполнен значительный объем работ по развитию и доработке цифровой платформы CML-Bench. Платформа предназначена для интеграции математических моделей цифрового двойника и их увязки с требованиями к деталям и сборочным единицам, узлам и системам газотурбинного двигателя (ГТД).



Цифровой двойник морского двигателя



**ОБЪЕДИНЕННАЯ
ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ
КОРПОРАЦИЯ**

Ростех

Под управлением

Карта сайта

Навигация

Корпорация

Продукты

Информация для поставщиков

Перечень продукции, предоставляемой в лизинг

UEC Interparts

Документы

Карьера

Пресс-центр

- **НОВОСТИ ОДК**
- СМИ О КОМПАНИИ
- КОНТАКТЫ ДЛЯ СМИ
- МЕДИА

Контакты

Центр оценки квалификации

Противодействие коррупции

ПРЕСС-ЦЕНТР

01.02.2022

ОДК завершила второй этап разработки технологии цифрового двойника морского ГТД

Рыбинское предприятие «ОДК-Сатурн» (входит в Объединенную двигателестроительную корпорацию Ростеха) завершило второй этап разработки технологии цифрового двойника морского газотурбинного двигателя. В ходе данного этапа велась работа по развитию цифровой платформы CML-Bench, моделированию элементов силового установок. Была создана ее динамическая модель и программа прогнозирования технического состояния.

Рядовые модели опора НД

Рядовые модели опора ВД

Рядовые модели опора СТ

Динамическая модель двигателя

Рядовые модели опора ВП

Рядовые модели опора венец

Рядовые модели опора СТ

Рядовые модели рама

Динамическая модель морского ГТД

Разработка технологии ведется совместно с СПбПУ Петра Великого и ЦИАМ имени П.И. Баранова.

«Особенностью данной научно-исследовательской работы является значительная доля общественных информационных технологий. Например, применяется интегрирующая цифровая платформа, система для прогнозирования технического состояния двигателя, а для компьютерного моделирования используется несколько общественных систем для инженерного анализа», — сказал заместитель начальника ОКБ-1 по расчетно-исследовательским работам ТМО «ОДК-Сатурн» Кирилл Виноградов.



СОЮЗ ПРОМЫШЛЕННИКОВ
И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ



РОССИЙСКИЙ СОЮЗ
ПРОМЫШЛЕННИКОВ И
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ | SIBIRIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

НАЦИОНАЛЬНЫЕ
ПРОЕКТЫ
РОССИИ



ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого



НЦМУ
ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ



ПОЛИТЕХ
Центр Национальной
технологической инициативы
Новые производственные технологии

CML
CompMechLab

ЦЕНТР
КОМПЬЮТЕРНОГО
ИНЖИНИРИНГА СПбПУ



Конференция по цифровой трансформации экономики (региональный аспект) “Состояние и актуальные вызовы внедрения IT-технологий в процесс управления организацией”

27 мая 2022 года, Красноярск

Разработка цифровых двойников изделий как инструмент обеспечения импортозамещения в машиностроении

А.И. Боровков

О докладчике:

проректор по цифровой трансформации СПбПУ, профессор,
руководитель Научного центра мирового уровня “Передовые цифровые технологии”, Центра компетенций НТИ СПбПУ
“Новые производственные технологии”, Инжинирингового центра (CompMechLab®) СПбПУ, научный руководитель ИППТ СПбПУ,
председатель общественно-экспертного совета федерального проекта “Национальная технологическая инициатива”,
лидер-соорукводитель рабочей группы “Технет” (передовые производственные технологии) НТИ, заместитель председателя Координационного совета
Министерства науки и высшего образования РФ по области образования “Инженерное дело, технологии и технические науки”,
член Межведомственной комиссии по технологическому развитию при Правительственной комиссии по модернизации экономики
и инновационному развитию России, член Совета по развитию цифровой экономики при Совете Федерации Федерального Собрания РФ