

СТАНДАРТЫ
ТЕХНОЛОГИИ

ПОДДЕРЖКА
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
НАУКОЕМОЙ
ПРОДУКЦИИ

РСТ
РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
СТАНДАРТИЗАЦИИ
основан в 1924 году

РСТ
РОССТАНДАРТ

ПРИКЛАДНАЯ
ЛОГИСТИКА



Минпромторг
России



Передовые
инженерные
школы



ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого



ЦИФРОВОЙ
ИНЖИНИРИНГ
ПИИШ СПбПУ



НЦМУ
ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ



ПОЛИТЕХ
Центр Национальной
технологической инициативы
Новые производственные технологии



CML
CompMechLab

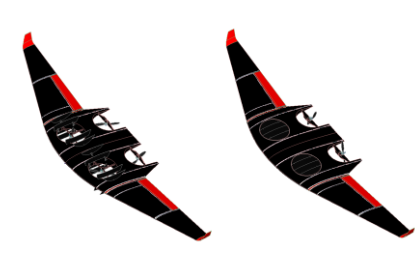
ЦЕНТР
КОМПЬЮТЕРНОГО
ИНЖИНИРИНГА СПбПУ



Технет
Национальная
технологическая
инициатива | Передовые
производственные
технологии

Научно-техническая конференция “Стандарты и технологии поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции”

27 марта 2025 года, Москва



Стандартизация в области цифровых двойников, цифровых моделей и цифровых испытаний в промышленности

А.И. Боровков

О докладчике:

проректор по цифровой трансформации СПбПУ, профессор, руководитель Передовой инженерной школы СПбПУ “Цифровой инжиниринг”,
Научного центра мирового уровня “Передовые цифровые технологии”, Центра компетенций НТИ СПбПУ “Новые производственные технологии”,
Инжинирингового центра (CompMechLab®) СПбПУ, руководитель Комитета по проведению научно-технической экспертизы реализации “дорожных карт” по развитию
высокотехнологичных направлений “Новое индустриальное программное обеспечение” и “Новое общесистемное программное обеспечение”,
член президиума НТС по БАС и член рабочей группы по созданию интегрированного цифрового пространства БАС
при президиуме Правительственной комиссии по вопросам развития БАС,
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

Технологическое лидерство Российской Федерации

“Технологическое лидерство – превосходство технологий и (или) продукции по основным параметрам (функциональным, техническим, стоимостным) над зарубежными аналогами”.

Распоряжение Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года»



Важное документ

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 20 мая 2023 г. № 1315-р

МОСКВА

1. Утвердить прилагаемую Концепцию технологического развития на период до 2030 года (далее – Концепция).

2. Федеральным органам исполнительной власти руководствоваться положениями Концепции при разработке и реализации отраслевых документов стратегического планирования, государственных программ (подпрограмм) Российской Федерации и иных документов стратегического планирования.

3. Рекомендовать органам государственной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления руководствоваться положениями Концепции при разработке и реализации региональных программ (подпрограмм) и иных документов, государственным корпорациям и заинтересованным акционерным обществам с государственным участием обеспечить включение в свои стратегические документы, программы, планы, программы на осуществление технологического развития Российской Федерации, и до 30 октября 2023 г. направить, утвердившие стратегические документы в Минэкономразвития России.

4. Минэкономразвития России совместно с Минцифрой России обеспечить:

разработку в месячный срок с учетом заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и организаций плана первоочередных мероприятий по реализации Концепции и включение его в Программу Российской Федерации.



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года

В целях обеспечения устойчивого экономического и социального развития Российской Федерации, укрепления государственного, культурно-исторического и экономического суверенитета, увеличения численности населения страны и повышения уровня жизни граждан, соответствующим образом реализовывая российские духовно-нравственные ценности и принципы патриотизма, приоритета человека, социальной справедливости и равенства возможностей, обеспечения безопасности государства и общественной безопасности, старательству исполнению миссии, экономического развития, ориентированного на честную конкуренцию, предпринимательства и честной инновации, высокой эффективности и технологичности, постановляю:

1. Определить следующие национальные цели развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года (далее – национальные цели):

- а) сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благосостояния людей, поддержка семьи;
- б) реализация потенциала каждого человека, развитие его талантов, воспитание патриотичности и социально ответственной личности;
- в) экологическая безопасность;
- г) устойчивая и динамичная экономика;
- д) технологическое лидерство;



1. Определить следующие национальные цели развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года:

е) технологическое лидерство;

<...> Целевые показатели и задачи, выполнение которых характеризует достижение национальной цели «Технологическое лидерство»:

а) обеспечение технологической независимости и формирование новых рынков по таким направлениям, как <...> беспилотные авиационные системы, средства производства и автоматизации, транспортная мобильность (включая автономные транспортные средства), экономика данных и цифровая трансформация, искусственный интеллект, новые материалы и химия, перспективные космические технологии и сервисы, новые энергетические технологии (в том числе атомные);

б) увеличение к 2030 году уровня валовой добавленной стоимости в реальном выражении и индекса производства в обрабатывающей промышленности не менее чем на 40 процентов по сравнению с уровнем 2022 года;

в) обеспечение к 2030 году вхождения Российской Федерации в число 10 ведущих стран мира по объему научных исследований и разработок;

г) увеличение к 2030 году внутренних затрат на исследования и разработки не менее чем до 2 процентов валового внутреннего продукта, в том числе за счет увеличения инвестиций со стороны частного бизнеса на эти цели не менее чем в два раза;

д) увеличение к 2030 году доли отечественных высокотехнологичных товаров и услуг, созданных на основе собственных линий разработки, в общем объеме потребления таких товаров и услуг в Российской Федерации в полтора раза по сравнению с уровнем 2023 г.

е) увеличение к 2030 году выручки малых технологических компаний не менее чем в семь раз по сравнению с уровнем 2023 года.

Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»

Технологическое лидерство Российской Федерации – Федеральный закон от 28.12.2024 № 523-ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН

О технологической политике в Российской Федерации
и о внесении изменений в отдельные законодательные акты
Российской Федерации

Принят Государственной Думой

12 декабря 2024 года

Одобен Советом Федерации

20 декабря 2024 года

Глава 1. Общие положения

Статья 1. Предмет регулирования настоящего Федерального закона

Настоящий Федеральный закон регулирует отношения,
возникающие между субъектами, осуществляющими формирование
технологической политики в Российской Федерации, и лицами,
осуществляющими содействие развитию технологий.

Статья 2. Правовое регулирование в области технологической политики в Российской Федерации

Правовое регулирование в области технологической политики



2 100071 93390 4

“Технологическое лидерство Российской Федерации – технологическая независимость Российской Федерации, выражающаяся в разработке отечественных технологий и создании продукции с использованием таких технологий с сохранением национального контроля над критическими и сквозными технологиями на основе собственных линий разработки технологий в целях экспорта конкурентоспособной высокотехнологичной продукции и (или) замещения ею на внутреннем рынке продукции, создаваемой на базе устаревших и (или) иностранных технологий, а также превосходство таких технологий и продукции над зарубежными аналогами”.

Федеральный закон от 28.12.2024 № 523-ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

УТВЕРЖДЕНО Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, относящейся к сфере деятельности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации (распоряжение Правительства РФ от 7 ноября 2023 г. № 3113-р)



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 7 ноября 2023 г. № 3113-р

МОСКВА

1. Утвердить прилагаемые:
стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, относящейся к сфере деятельности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации;
изменения, которые вносятся в распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 июня 2020 г. № 1512-р (Собрание законодательства Российской Федерации, 2020, № 24, ст. 3843).
2. Рекомендовать исполнительным органам субъектов Российской Федерации руководствоваться положением стратегического направления, утвержденного настоящим распоряжением, при принятии в пределах своей компетенции решений о мерах стимулирования деятельности в обрабатывающих отраслях промышленности.
3. Принять, утратившим силу распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 ноября 2021 г. № 3142-р (Собрание законодательства Российской Федерации, 2021, № 46, ст. 7731).

Председатель Правительства
Российской Федерации

М.Мишустин

«ЦИФРОВАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ» – специализированный бизнес-процесс, основанный на тысячах (десятках тысяч) цифровых (виртуальных) испытаний как отдельных компонентов, так и системы в целом, целью которого является прохождение с первого раза всего комплекса натуральных, сертификационных и прочих испытаний.

Целевое состояние стратегического направления <...>:

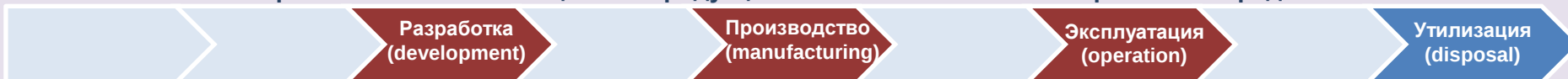
- повышение качества и сокращение сроков разработки и выпуска высокотехнологичной и конкурентоспособной продукции за счет применения критических и сквозных технологий;
- увеличение стоимости активов и инвестиционного портфеля за счет <...> снижения себестоимости разработки и увеличения скорости вывода продукции на рынок (в первую очередь за счет разработки математических и компьютерных моделей с высокой степенью адекватности, прошедших процедуры верификации и валидации, проведения цифровых (виртуальных) испытаний на цифровых (виртуальных) испытательных стендах и полигонах;

В рамках стратегического направления будет осуществлена реализация 5 межотраслевых проектов <...>:

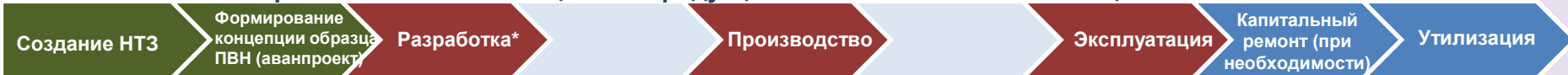
«Цифровой инжиниринг», к которому относится создание национальной системы стандартизации и цифровой сертификации, базирующейся на технологиях разработки математических и компьютерных моделей с высокой степенью адекватности, прошедших процедуры верификации и валидации, проведения цифровых (виртуальных) испытаний на цифровых (виртуальных) испытательных стендах и цифровых (испытательных) полигонах.

Закрепление стадий ЖЦ изделия в стандарте. Стандарты, определяющие стадии жизненного цикла изделий

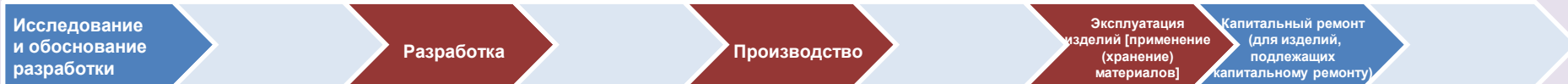
ГОСТ Р 56136-2014 Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Термины и определения



ГОСТ Р 56135-2014 Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Общие положения



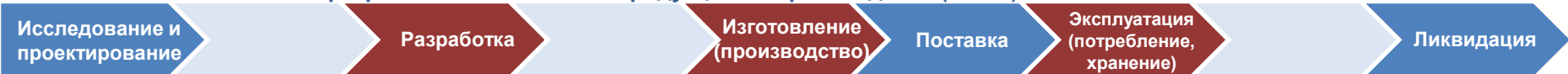
ГОСТ РВ 15.004—2004 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Стадии жизненного цикла изделий и материалов



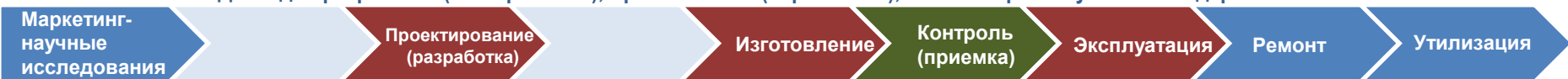
ГОСТ РВ 15.203-2001 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Порядок выполнения ОКР по созданию изделий и их составных частей. Основные положения



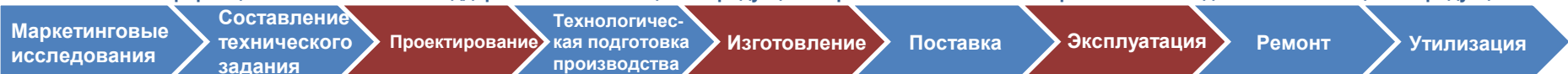
ГОСТ Р 15.000-2016 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Основные положения



ГОСТ 2.103-2013 ЕСКД. Стадии разработки (с Поправками), Приложение А (справочное), Комментарии к пунктам стандарта



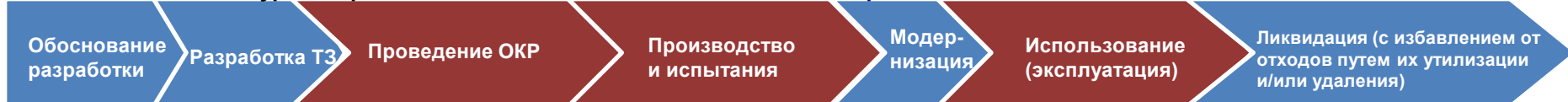
Р 50.1.031-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 1. Стадии жизненного цикла продукции



*Конструирование, моделирование и технологическая отработка изделия (эскизное, техническое, рабочее проектирование), постройка и испытания опытных образцов

Стандарты, определяющие стадии жизненного цикла изделий (дополнительно)

ГОСТ Р 53791-2010 Ресурсосбережение. Стадии жизненного цикла изделий производственно-технического назначения. Общие положения



ГОСТ 31538-2012 Цикл жизненный железнодорожного подвижного состава. Общие требования



ГОСТ Р 58849-2020 Авиационная техника гражданского назначения. Порядок создания. Основные положения

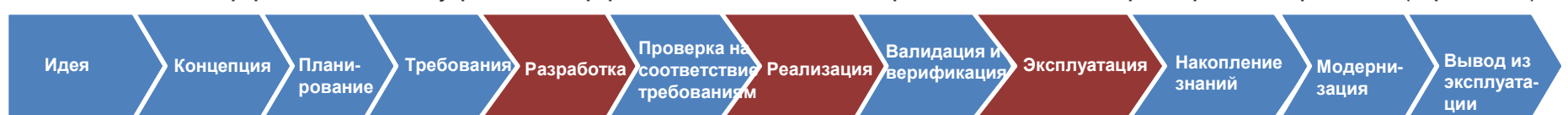


ГОСТ Р 58050-2017 Авиационная техника. Менеджмент риска при обеспечении качества на стадиях жизненного цикла.

Классификатор областей неопределенности



ГОСТ Р 57269-2016 Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред. Термины и определения (Переиздание)



Развитие стандартизации в области цифровых двойников, цифровых моделей и цифровых испытаний

TK-700: Разработка
национального
стандарта
ГОСТ Р 57700.37–2021
«Компьютерные
модели и
моделирование.
Цифровые двойники
изделий.
Общие положения».

Стандарт утвержден
16.09.2021 приказом
№ 979-ст
руководителя
Росстандарта
А.П. Шалаева

2020–
2021

2022



Коллектив авторов ГОСТ Р 57700.37–2021 – дипломант Общероссийской общественной премии «Стандартизатор года-2022» в номинации «За практический вклад в разработку стандартов, имеющих большое экономическое и социальное значение»

2022



Первый в России образовательный онлайн-курс «Цифровые двойники изделий» на основе, в дополнение и в развитие ГОСТ Р 57700.37–2021 (5609 зарегистрированных слушателей, 1717 слушателей, успешно завершивших курс, 220+ организаций)

2022



Монография «Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности» (под ред. А.И. Боровкова), 492 с.

2023



ГОСТ Р 57700.37–2021 переведен на китайский язык и официально включен в перечень взаимно признаваемых стандартов в сфере авиастроения между КНР и РФ

2023



Утверждено Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, относящейся к сфере деятельности Минпромторга России (Распоряжение Правительства РФ от 7 ноября 2023 г. № 3113-р)

2023–2024



TK 468: Участие в разработке ПНСТ «Цифровые двойники медицинского назначения»



TK 700: ПНСТ 928–2024 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники авиационных газотурбинных двигателей. Общие положения»

2024



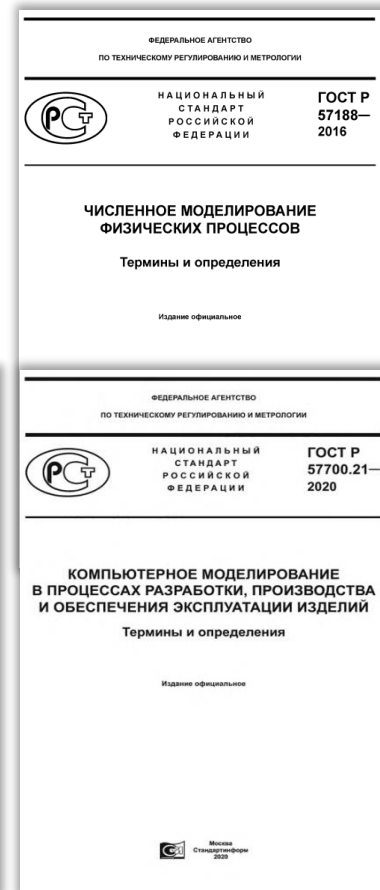
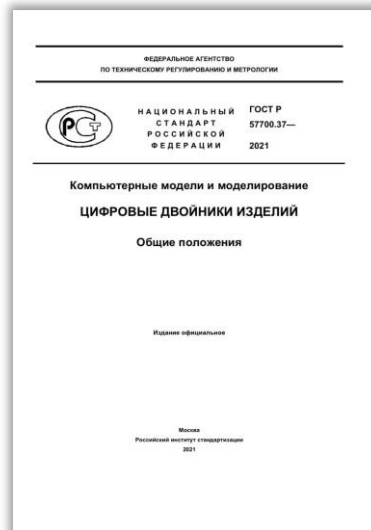
Коллектив авторов ГОСТ Р 57700.37–2021 – дипломант Общероссийской общественной премии «Стандартизатор года-2024» в номинации «За вклад в образовательную и учебно-просветительную деятельность в области стандартизации и смежных с ней дисциплин»

2025–2029

- Разработка СТО Газпром и Р Газпром «Материально-техническое снабжение и оценка соответствия. Цифровые модели материально-технических ресурсов»
- Разработка ГОСТ Р «Цифровые двойники изделий. Термины и определения»
- Актуализация ГОСТ Р 57700.37–2021
- Разработка ГОСТ Р «Компьютерные модели и моделирование. Цифровая сертификация изделий. Общие положения»

Стандарты ТК 700 в области цифрового проектирования и моделирования, цифровых двойников: отзывы СПбПУ за 2022–2024 гг.

- ГОСТ Р «Численное моделирование композиционных материалов. Общие положения» (2022 – первая редакция)
- ГОСТ Р «Численное моделирование полимерных композиционных материалов. Верификация ПО» (2022 – первая редакция)
- ГОСТ Р «Компьютерные модели и моделирование. Валидация программного обеспечения. Определение выносливости конструкции» (2022 – первая редакция, 2023 – окончательная редакция)
- ГОСТ Р «Компьютерные модели и моделирование. Программное обеспечение компьютерного моделирования. Общие требования» (2022 – первая редакция, 2023 – окончательная редакция)
- ГОСТ Р «Компьютерные модели и моделирование. Верификация и валидация компьютерных моделей. Определение напряженно-деформированного состояния конструкций в упругопластической области» (2022 – первая редакция, 2023 – окончательная редакция)
- ГОСТ Р «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники авиационных газотурбинных двигателей. Общие требования» (2023 – первая редакция)
- ГОСТ Р 57188–2016 «Численное моделирование физических процессов. Термины и определения» (пересмотр в 2023–2024 гг.)
- ГОСТ Р 57700.21–2020 «Компьютерное моделирование в процессах разработки, производства и обеспечения эксплуатации изделий. Термины и определения» (запланирован к пересмотру)



Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 57700.37–2021

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

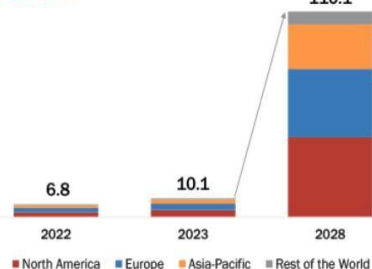
DIGITAL TWIN MARKET

Market Size, Market Dynamics & Ecosystem



CAGR of 2023–2028

61.3%



MARKET SIZE (USD BILLION)



MARKET DYNAMICS (DRIVERS AND RESTRAINTS)

DRIVERS

- Growing use of digital twin technology to reduce costs and improve supply chain operations
- Surging demand for digital twin technology from healthcare industry
- Increasing adoption of predictive maintenance model across industries

RESTRAINTS

- High capital requirement to implement digital twin technology



COMPANY EVALUATION MATRIX: KEY PLAYERS



ECOSYSTEM ANALYSIS



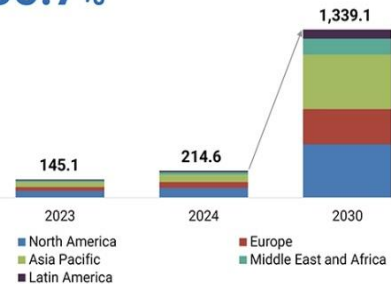
ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) MARKET

Market Size, Market Dynamics & Ecosystem



CAGR of 2024–2030

35.7%



MARKET SIZE (USD BILLION)



MARKET DYNAMICS (DRIVERS AND RESTRAINTS)

DRIVERS

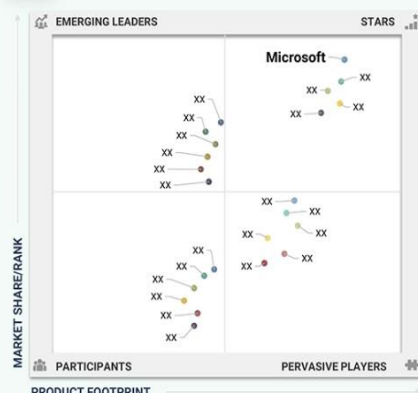
- Growth in adoption of autonomous artificial intelligence
- Rise of deep learning and machine learning technologies
- Advancements in computing power and the availability of large databases

RESTRAINTS

- Shortage of skilled artificial intelligence professionals
- Regulatory and legal implications of artificial intelligence



COMPANY EVALUATION MATRIX: KEY PLAYERS



ECOSYSTEM ANALYSIS



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»

Разработчик национального стандарта: ТК 700, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ФГАОУ ВО «СПбПУ», рабочая группа «Цифровые двойники» ТК 700 (представители 25 организаций):



«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».

А.П. Шалаев, 15.09.2021 г.



«За прошедший год **ни одна страна в мире** не смогла разработать и выпустить аналогичный стандарт про создание цифровых двойников на стадии разработки».

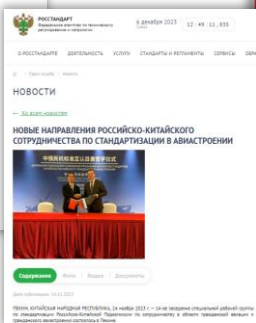
А.П. Шалаев, 12.10.2022 г.

Стандарт одобрен на заседании ТК 700 12.08.2021, утвержден приказом Росстандарта № 979-ст от 16.09.2021. **Стандарт введен в действие с 1 января 2022 г.**



11 терминов, приведенных разработчиками:

1. Адекватность модели;
2. Валидация модели изделия;
3. Валидация ПО КМ;
4. Верификация ПО КМ;
5. Многоуровневая система требований;
6. Сертификация ПО КМ;
7. Цифровой (виртуальный) испытательный стенд;
8. Цифровой (виртуальный) испытательный полигон;
9. Цифровые (виртуальные) испытания;
10. Цифровая модель изделия;
11. ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК изделия



Стандарт переведен на китайский язык и 24.11.2023 года официально включен в перечень **взаимно признаваемых стандартов** в сфере авиационного между Китайской Народной Республикой и Российской Федерацией в ходе торжественного заседания в Пекине на 14-м заседании специальной рабочей группы по стандартизации Российско-Китайской Подкомиссии по сотрудничеству в области гражданской авиации и гражданского авиационного.



- 5 609 зарегистрировавшихся
- 1 717 успешно завершивших обучение
- 220+ промышленных, научных и образовательных организаций

Первый в России образовательный онлайн-курс
«Цифровые двойники изделий»

на основе, в дополнение и в развитие ГОСТ Р 57700.37–2021

Технология разработки цифровых двойников, цифровой двойник изделия и «цифровая сертификация»: применение в практике СПбПУ

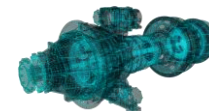
Технология разработки цифровых двойников



пункт 3.24

Цифровой двойник изделия в соответствии с ГОСТ Р 57700.37–2021

СИСТЕМА, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями



ЦД-Р

цифровой двойник, наполнение и функциональность определяется на стадии разработки изделия

ЦД-П

цифровой двойник, наполнение и функциональность определяется на стадии производства изделия

ЦД-Э

цифровой двойник, наполнение и функциональность определяется на стадии эксплуатации изделия

Цифровой двойник изделия – это результат применения технологии разработки цифровых двойников

Digital Brainware: на ЦП CML-Bench® размещено 338 000+ цифровых и проектных решений (08.2015 – 02.2025)

Технология разработки цифровых двойников, цифровой двойник изделия и «цифровая сертификация»: применение в практике СПбПУ

Технология разработки цифровых двойников



Цифровая сертификация изделий в соответствии с РП от 07.11.2023 г. № 3113-р

специализированный бизнес-процесс, основанный на тысячах (десятках тысяч) цифровых (виртуальных) испытаний как отдельных компонентов, так и системы в целом, целью которого является прохождение с первого раза всего комплекса натурных, сертификационных и прочих испытаний

Реализация проекта «Цифровой инжиниринг»: создание национальной системы стандартизации и цифровой сертификации

Цифровой двойник изделия – это результат применения технологии разработки цифровых двойников

Digital Brainware: на ЦП CML-Bench® размещено 338 000+ цифровых и проектных решений (08.2015 – 02.2025)

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

Понятия «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 16504-81 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 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

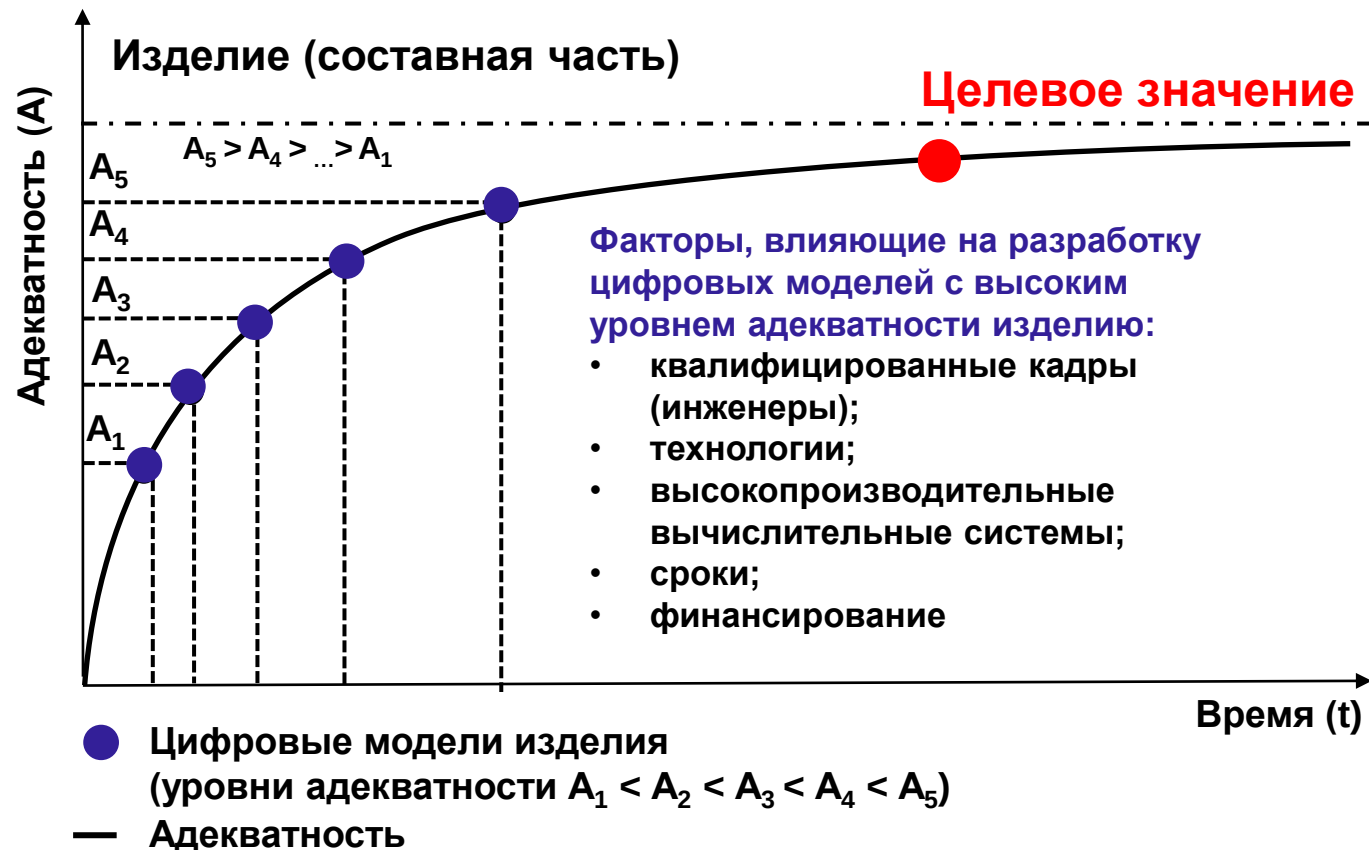
Адекватность модели – соответствие модели моделируемому изделию (процессу, явлению) **по обоснованному перечню характеристик**

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 Рис. 1



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

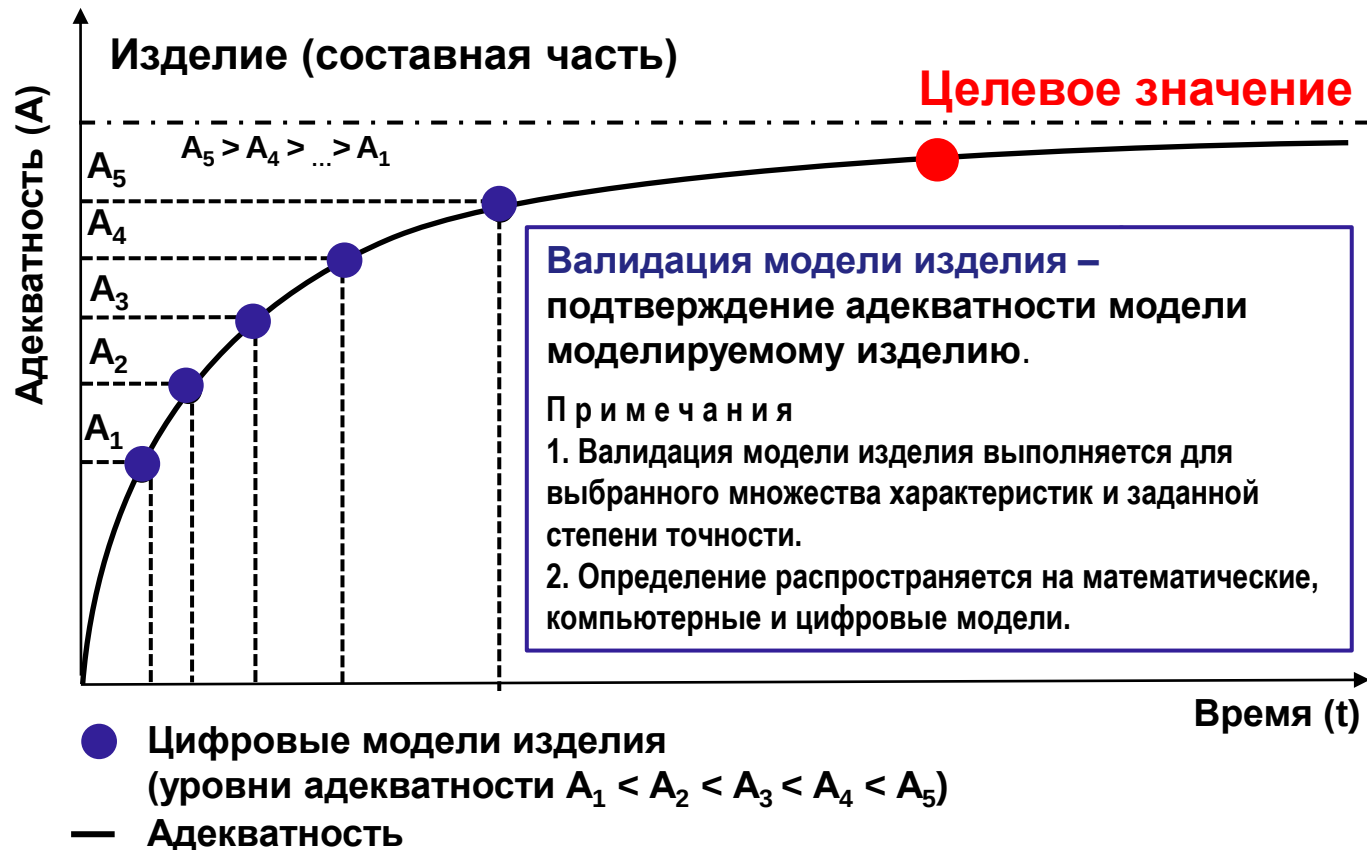
Адекватность модели – соответствие модели моделируемому изделию (процессу, явлению) **по обоснованному перечню характеристик**

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 Рис. 1



Триада “Цифровые (виртуальные) испытания (Ц(В)И) – цифровые (виртуальные) испытательные стенды (ВИС) – цифровые (виртуальные) испытательные полигоны” (ВИП)”

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

Классификация видов испытаний по ГОСТ 16504–81 «Система государственных испытаний продукции.

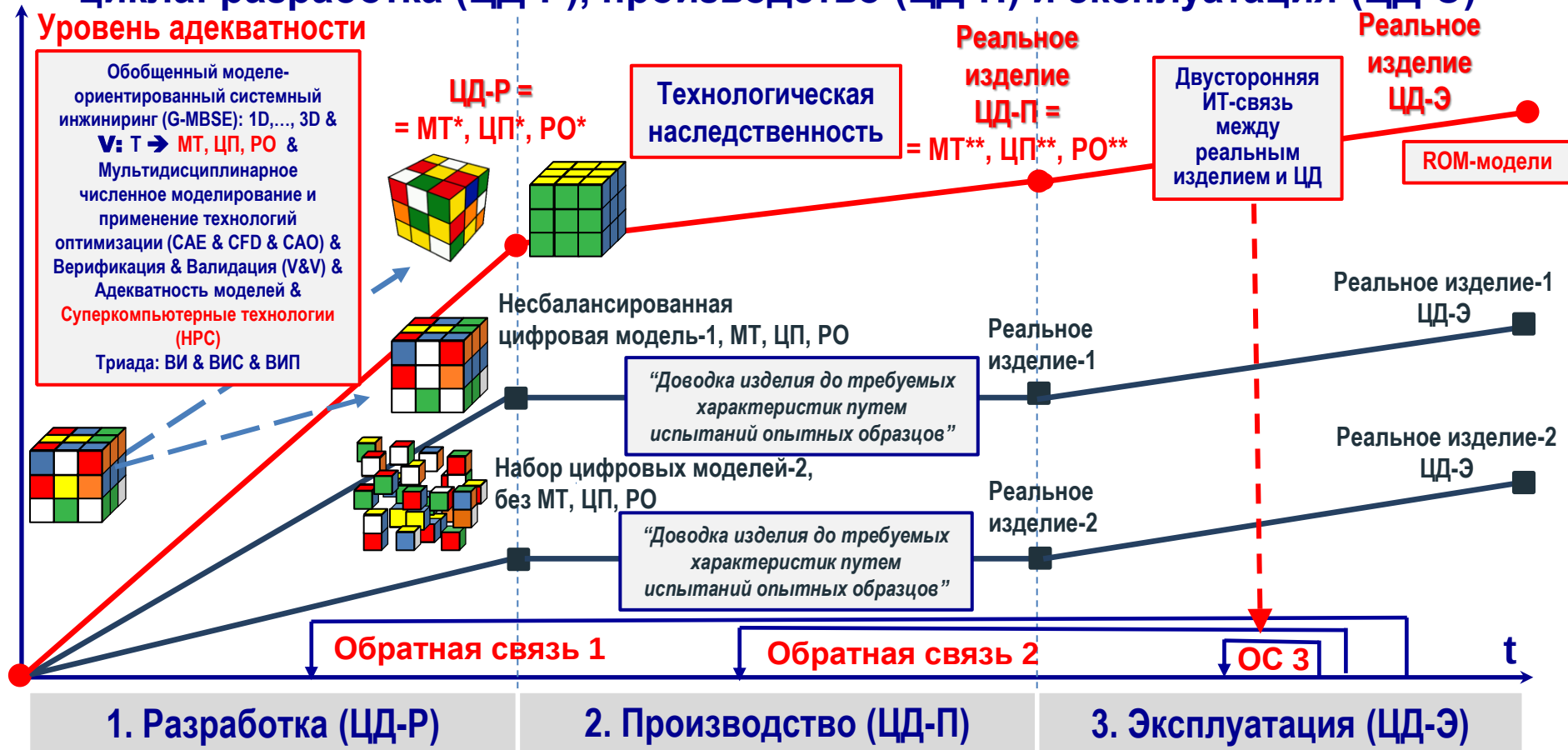
Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения»

Определяет 46 видов испытаний

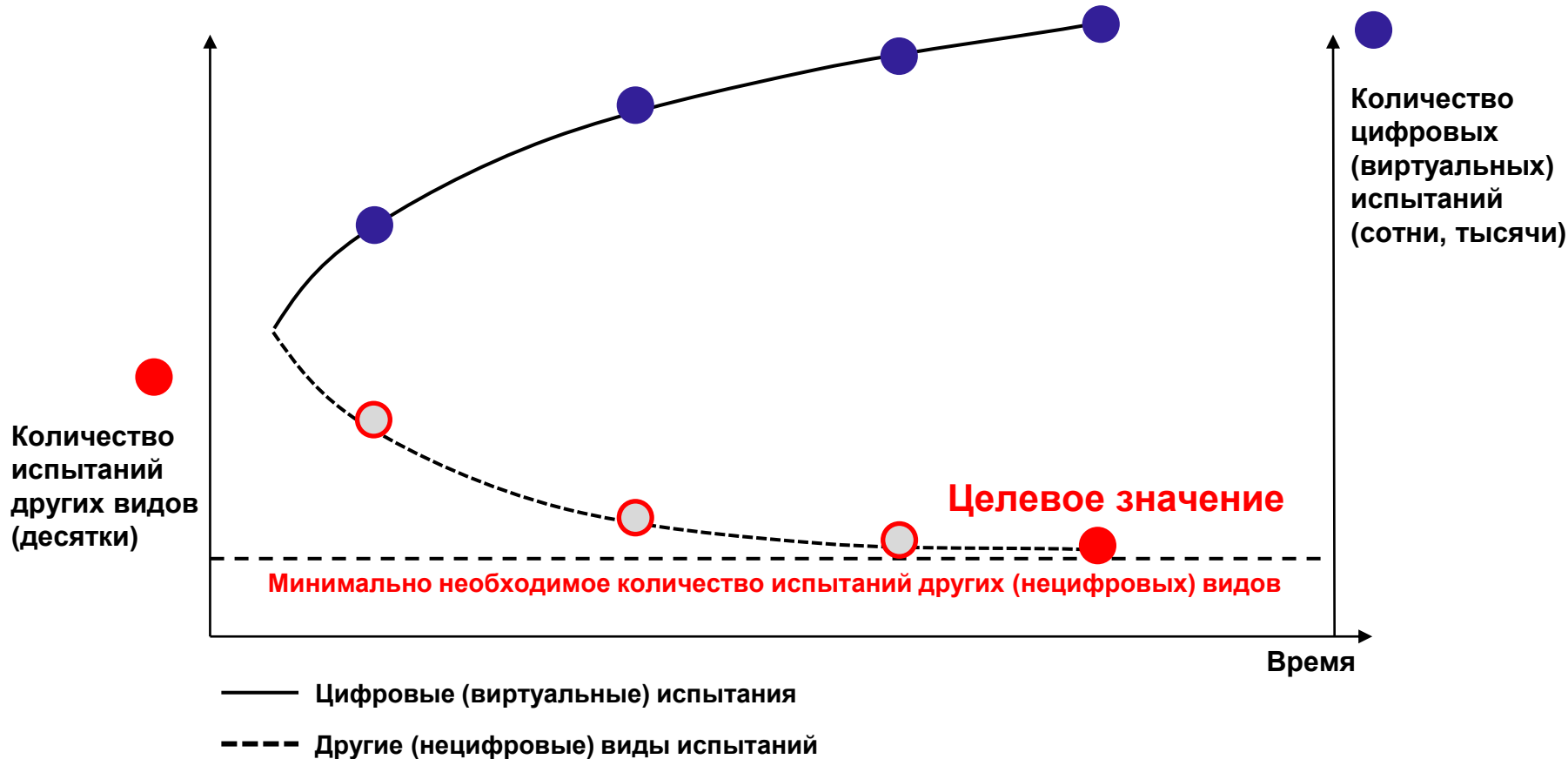
Признак вида испытаний	Вид испытаний
Назначение испытаний	1. Исследовательские 2. Контрольные 3. Сравнительные 4. Определительные
Уровень проведения испытаний	5. Государственные 6. Межведомственные 7. Ведомственные
Этапы разработки продукции	8. Доводочные 9. Предварительные 10. Приемочные
Испытания готовой продукции	11. Квалификационные 12. Предъявительские 13. Приемо-сдаточные 14. Периодические 15. Инспекционные 16. Типовые 17. Аттестационные 18. Сертификационные
Условия и место проведения испытаний	19. Лабораторные 20. Стендовые 21. Полигонные 22. Натурные 23. Испытания с использованием моделей 24. Эксплуатационные

Признак вида испытаний	Вид испытаний
Продолжительность испытаний	25. Нормальные 26. Ускоренные 27. Сокращенные
Вид воздействия	28. Механические 29. Климатические 30. Термические 31. Радиационные 32. Электрические 33. Электромагнитные 34. Магнитные 35. Химические 36. Биологические
Результат воздействия	37. Неразрушающие 38. Разрушающие 39. Испытания на прочность 40. Испытания на устойчивость
Определяемые характеристики объекта	41. Функциональные 42. Испытания на надежность 43. Испытания на безопасность 44. Испытания на транспортабельность 45. Граничные испытания 46. Технологические испытания

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



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



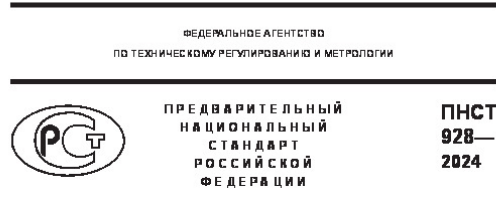
Предварительный национальный стандарт Российской Федерации ПНСТ 928-2024 «Компьютерные модели и моделирование. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Общие положения»

Разработан ГНЦ ФАУ «Центральный институт
авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»

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

Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии от 22 августа 2024 г. 44-пнст

Срок действия — с 1 января 2025 г. до 1 января 2028 г.

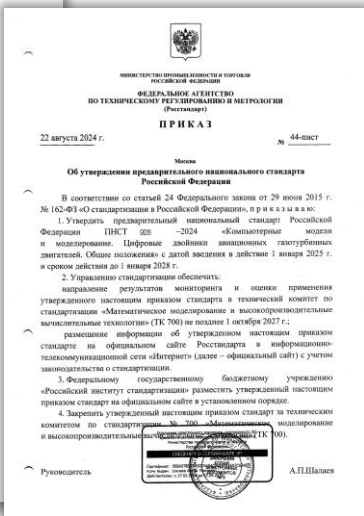


Компьютерные модели и моделирование
ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ АВИАЦИОННЫХ
ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Общие положения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024



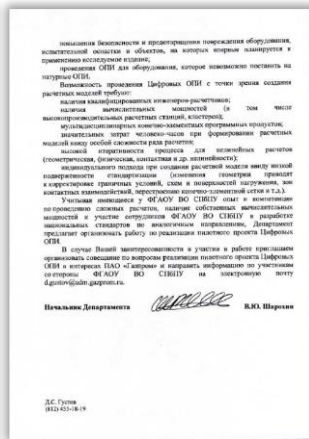
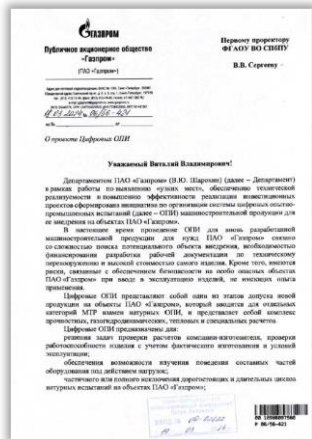
Стандарт устанавливает общие положения в части **требований к созданию и применению цифровых двойников авиационных газотурбинных двигателей гражданского назначения.**

Содержание:

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения
- 4 Сокращения
- 5 Общие положения
- 6 Общая классификация ЦД АГТД
- 7 Рекомендуемый состав ЦД АГТД
- 8 Рекомендуемый состав компьютерных моделей для ЦД АГТД

- 9 Цели и задачи применения ЦД АГТД
- 10 Требования к ЦД АГТД, устанавливаемые при его разработке
- 11 Участники процесса разработки ЦД АГТД
- Приложение А (справочное)
- Комментарии к пункту 7.6

Инициатива по организации системы цифровых испытано-промышленных испытаний (ОПИ) ПАО «Газпром»



Департаментом ПАО «Газпром» (В.Ю. Шарохин) <...> сформирована инициатива по организации системы цифровых испытано-промышленных испытаний (далее – ОПИ) машиностроительной продукции для ее внедрения на объектах ПАО «Газпром».

<...>

Цифровые ОПИ представляют собой один из этапов допуска новой продукции на объекты ПАО «Газпром», который вводится для отдельных категорий МТР взамен натурных ОПИ, и представляет собой комплекс прочностных, газогидродинамических, тепловых и специальных расчетов.

Цифровые ОПИ предназначены для:

- решения задач проверки расчетов компании-изготовителя, проверки работоспособности изделия с учетом фактического изготовления и условий эксплуатации;
- обеспечения возможности изучения поведения составных частей оборудования под действием нагрузок;
- частичного или полного исключения дорогостоящих и длительных циклов натурных испытаний на объектах ПАО «Газпром»;
- повышения безопасности и предотвращения повреждения оборудования, испытательной оснастки и объектов, на которых впервые планируется к применению исследуемое изделие;
- проведения ОПИ для оборудования, которое невозможно поставить на натурные ОПИ.

Взаимодействие ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» и ПАО «Газпром» по цифровым опытно-промышленным испытаниям (ОПИ)

Рабочее совещание 2 апреля 2024 года

Основная тема обсуждения: организация совместного пилотного проекта цифровых ОПИ машиностроительной продукции для её внедрения на объектах ПАО «Газпром»

Участники совещания со стороны ПАО «Газпром»:

Шарохин Виктор Юрьевич, начальник Департамента ПАО «Газпром»
Гладких Дмитрий Владимирович, заместитель начальника Департамента ПАО «Газпром»
Завгородний Евгений Александрович, начальник Управления ПАО «Газпром»
Густов Дмитрий Сергеевич, начальник отдела ПАО «Газпром»
Соколов Артем Игоревич, главный технолог ПАО «Газпром»



*“В нашей обычной практике мы проводим испытания оборудования на действующих производственных объектах в условиях максимально схожих с реальным рабочим процессом. Нам **очень интересен ваш опыт, знания и компетенции в сфере***

цифровых испытаний, а также специализированное программное обеспечение (разнообразные мультидисциплинарные CAE-системы) и имеющиеся высокопроизводительные вычислительные мощности для выполнения многовариантных цифровых испытаний”.

Шарохин В.Ю.,
начальник Департамента ПАО «Газпром»

Рабочее совещание 6 августа 2024 года

Участники совещания со стороны ПАО «Газпром»:

Юшманов Валерий Николаевич, заместитель начальника Управления ПАО «Газпром»
Зюзьков Виктор Викторович, начальник отдела ПАО «Газпром»
Малиновский Валерий Владимирович, главный специалист ПАО «Газпром»
Барабаш Алексей Леонидович, главный специалист ПАО «Газпром»
Рогачев Сергей Александрович, начальник отдела ПАО «Газпром»
Раткина Светлана Викторовна, главный технолог ПАО «Газпром»



Участники совещания со стороны ООО «Единый оператор испытаний»:

Гуреев Сергей Николаевич, генеральный директор
Маслий Андрей Игоревич, технический директор
Рудаков Дмитрий Николаевич, операционный директор
Мурленко Владислав Александрович, руководитель по цифровизации
Абдукаликов Дмитрий Валерьевич, директор по IT



“Нам интересен переход к цифровым испытаниям и инновационным инструментам, которые помогут в деятельности Единого оператора испытаний, и компетенции ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» по данному направлению”.

Юшманов В.Н., заместитель начальника Управления ПАО «Газпром»

ПАО «ГАЗПРОМ». Цифровые модели материально-технических ресурсов. Общие положения и правила проведения цифровых (виртуальных) испытаний

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

Материально-техническое снабжение и оценка соответствия

ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

СТО Газпром 30.X – 20XX

Издание официальное

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно - исследовательский институт природных газов
и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ»

Общество с ограниченной ответственностью
«Газпром экспо»

Санкт-Петербург 20XX

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

РЕКОМЕНДАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ

Материально-техническое снабжение и оценка соответствия

ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ. ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ЦИФРОВЫХ
(ВИРТУАЛЬНЫХ) ИСПЫТАНИЙ

Р Газпром XX.X.X-XXX–202X

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-исследовательский институт природных газов и газовых
технологий – Газпром ВНИИГАЗ»

Санкт-Петербург 202X

Уникальный онлайн-курс «Цифровые двойники изделий» (старт шестого запуска – 3 февраля 2025 года)

3 февраля 2025 года на национальной образовательной платформе «Открытое образование» **стартует первый в России образовательный онлайн-курс «Цифровые двойники изделий»**, посвященный разработке и применению технологии цифровых двойников (Digital Twins) в высокотехнологичной промышленности.

Онлайн-курс разработан авторами национального стандарта в полном соответствии с **ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения»**.

Онлайн-курс состоит из **16 тем**, каждая тема содержит:

- видеолекцию (**7–15 минут**);
- презентацию (**5–10 слайдов**);
- конспект (**10–15 стр.**);
- глоссарий (**5–15 терминов и определений**);
- дополнительную литературу (**2–5 источников**).

Трудоемкость обучения – **72 академических часа**
(примерная продолжительность обучения –
16 недель при режиме занятий **4–5 акад. часов в неделю**).



Онлайн-курс подготовлен в рамках реализации программы стратегического академического лидерства **«Приоритет-2030»**.

Подведение итогов обучения первого потока слушателей, **вручение Сертификатов и Удостоверений первым слушателям**, успешно завершившим обучение по курсу «Цифровые двойники изделий», **состоялось в рамках Четвертого Международного форума «Передовые цифровые и производственные технологии»**, который прошел в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого **14–16 декабря 2022 года**.

**География слушателей первого – пятого наборов онлайн-курса
«Цифровые двойники изделий» (6 стран, 223 города)**



* Количество слушателей взято на основе данных, указанных в анкете при заполнении обратной связи по онлайн-курсу

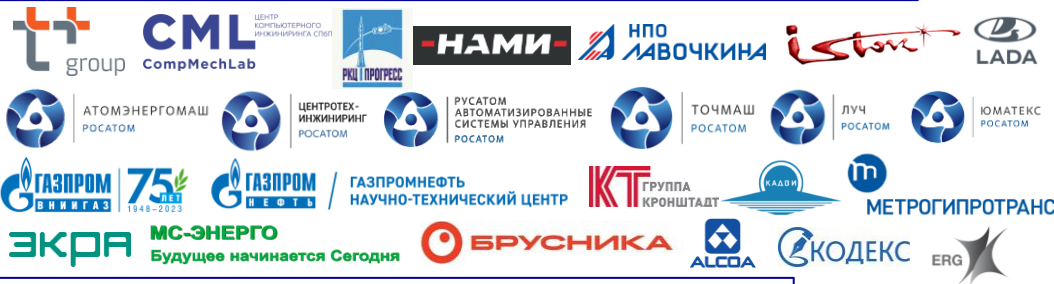
****ЛО – Ленинградская область. МО – Московская область**

Результаты первого – пятого наборов

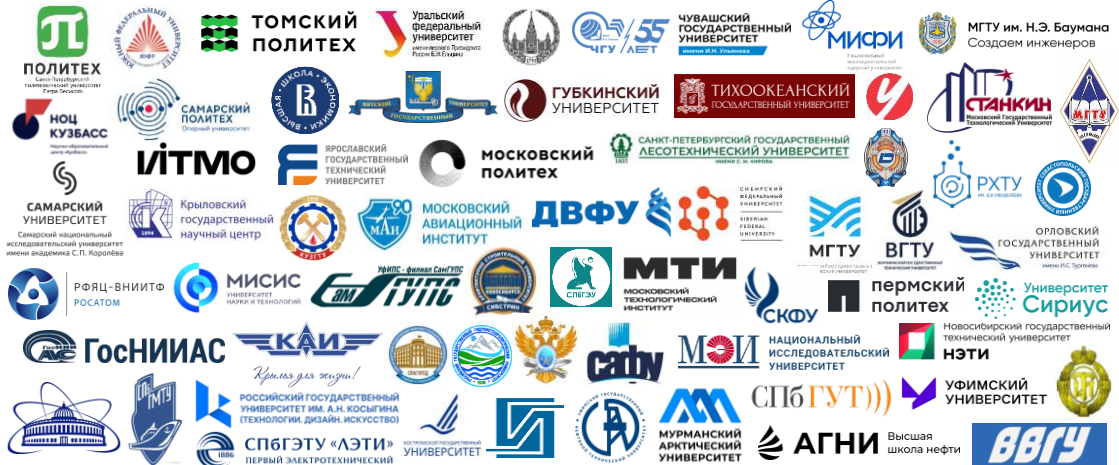
онлайн-курса «Цифровые двойники изделий» в 2022–2024 гг.

- 5609** человек зарегистрировалось на курс
- 1717** человек (31%) успешно завершили обучение, в том числе получили удостоверения о повышении квалификации СПбПУ и / или электронный сертификат о прохождении курса
- 169** научных и образовательных организаций
- 54** компании высокотехнологичной промышленности и услуг

Высокотехнологичная промышленность и услуги (54)



Научные и образовательные организации (169)



СТАНДАРТЫ
ТЕХНОЛОГИИ

ПОДДЕРЖКА
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
НАУКОЕМОЙ
ПРОДУКЦИИ

РСТ
РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
СТАНДАРТИЗАЦИИ
основан в 1924 году

РСТ
РОССТАНДАРТ

ПРИКЛАДНАЯ
ЛОГИСТИКА



Минпромторг
России



Передовые
инженерные
школы



ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого



ЦИФРОВОЙ
ИНЖИНИРИНГ
ПИИШ СПбПУ



НЦМУ
ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ



ПОЛИТЕХ
Центр Национальной
технологической инициативы
Новые производственные технологии



CML
CompMechLab

ЦЕНТР
КОМПЬЮТЕРНОГО
ИНЖИНИРИНГА СПбПУ

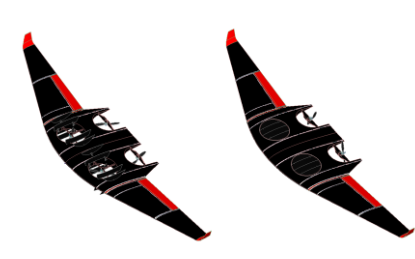


Технет
Национальная
технологическая
инициатива

Передовые
производственные
технологии

Научно-техническая конференция “Стандарты и технологии поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции”

27 марта 2025 года, Москва



Стандартизация в области цифровых двойников, цифровых моделей и цифровых испытаний в промышленности

А.И. Боровков

О докладчике:

проректор по цифровой трансформации СПбПУ, профессор, руководитель Передовой инженерной школы СПбПУ “Цифровой инжиниринг”,
Научного центра мирового уровня “Передовые цифровые технологии”, Центра компетенций НТИ СПбПУ “Новые производственные технологии”,
Инжинирингового центра (CompMechLab®) СПбПУ, руководитель Комитета по проведению научно-технической экспертизы реализации “дорожных карт” по развитию
высокотехнологичных направлений “Новое индустриальное программное обеспечение” и “Новое общесистемное программное обеспечение”,
член президиума НТС по БАС и член рабочей группы по созданию интегрированного цифрового пространства БАС
при президиуме Правительственной комиссии по вопросам развития БАС,
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