

Алексей Боровков выступил с онлайн-лекцией в рамках XXIII конференции молодых ученых «Навигация и управление движением»



16-19 марта 2021 года в Государственном научном центре Российской Федерации «Концерн «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор» проходит [XXIII конференция молодых ученых «Навигация и управление движением»](#). Мероприятие проходит в смешанном, онлайн- и оффлайн-форматах.

В рамках конференции 18 марта проректор по цифровой трансформации Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ), руководитель Научного центра мирового уровня «Передовые цифровые технологии» и Центра компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии», руководитель Инжинирингового центра CompMechLab® СПбПУ **Алексей Боровков** выступил для участников мероприятий с онлайн-лекцией «**Технология разработки и применения цифровых двойников**».

В своей лекции **Алексей Иванович** рассказал о технологии цифровых двойников, детально описанной в [проекте первой редакции национального стандарта ГОСТ Р «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники. Общие положения»](#). Стандарт разрабатывается специалистами «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и Центра НТИ СПбПУ

«Новые производственные технологии» в рамках деятельности Технического комитета по стандартизации ТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии» Росстандарта под председательством заместителя министра промышленности и торговли Российской Федерации **Олега Рязанцева**.

**Разработка проекта первой редакции национального стандарта
ГОСТ Р «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники.
Общие положения»**



Стандарт определяет общие положения разработки **цифровых двойников высокотехнологичных промышленных изделий**

Разработчик национального стандарта:
Технический комитет 700 Росстандарта **«Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии»**;
ФГУП «РЯЦ-ВНИИЭФ», ФГАОУ ВО «СПБПУ», рабочая группа «Цифровые двойники» ТК 700 (вошли представители 25 организаций)

Содержание стандарта (стандарт содержит 27 страниц):
Введение

1. Область применения.
2. Нормативные ссылки (12 ГОСТ).
3. Термины и определения (8 стр., **50 терминов** всего, из них – **33 термина заимствованы** из смежных по тематике ГОСТ, **17 терминов** приведены разработчиком).
4. Обозначения и сокращения.
5. Основные нормативные положения
 - 5.1 общие положения;
 - 5.2 требования к различным видам (уровням) цифровых двойников;
 - 5.3 общий порядок создания цифровых двойников;
 - 5.4 функции участников процесса создания цифровых двойников;
 - 5.5 изменение цифровых двойников.

Библиография.

*«Значимый момент – мы разрабатываем положения стандарта именно с позиции математического моделирования. В проекте стандарта приведено 50 определений, из которых 17 были введены впервые. Важно, мы вводим триаду взаимосвязанных понятий: «математическая модель», «компьютерная модель» и «цифровая модель», – сказал **Алексей Боровков**.*

Продолжая лекцию, эксперт рассказал о новой парадигме цифрового проектирования и моделирования на основе разработки и применения «умных» цифровых двойников (*Smart Digital Twin*). В выступлении Алексей Иванович подробно представил участникам ключевые инструменты цифровой трансформации: «умный» цифровой двойник (*Smart Digital Twin*) и «умную» цифровую тень (*Smart Digital Shadow*). На примере нескольких проектов, выполненных за последние годы Центром НТИ СПбПУ и Инжиниринговым центром *CompMechLab®* СПбПУ, **Алексей Иванович** продемонстрировал эффективность применения технологии для создания глобально конкурентоспособной продукции: разработке кузовов единой модульной платформы (проект «Кортеж» / AURUS, головной исполнитель ФГУП «НАМИ»), [разработке установки «Вибросито» – основного элемента системы очистки бурового раствора](#), разрабатываемой [НПО «Центротех» / ТВЭЛ / Росатом](#)) и других.

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

Основные технологии Центра:

1. **Цифровое проектирование и моделирование (CAD-CAE-НРТС-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**
2. **Новые материалы**
(в первую очередь, композиционные материалы, метаматериалы, металлопорошки для аддитивно производства);
3. **Аддитивные технологии**
включая 3D-принтеры, технологии, подходы и способы работ с исходными материалами, разработка и эксплуатация расходных материалов и набор услуг 3D-печати;
4. **Smart-Manufacturing-технологии и гибридные производственные технологии.**



Цифровые двойники изделий и производства, «умные» цифровые двойники, «умные» цифровые тени

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;
- 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.

Более подробно **Алексей Иванович** остановился на CML-платформенных решениях, включающих в себя [цифровую платформу по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench™](#), системы управления требованиями и целевыми показателями, систему мониторинга, базу всех проектных решений.

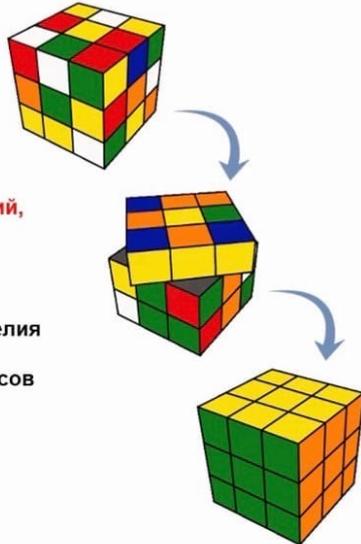
Применение цифровой платформы **CML-Bench™** позволяет осуществлять мониторинг всех изменений конструкторских решений, эволюцию и модификацию всех расчетных моделей, субмоделей и расчетных вариантов, а также обеспечивать четкую связь между самим расчетным вариантом и результатами его расчета. Это позволяет контролировать, сравнивать и наглядно визуализировать результаты цепочек вычислений, выполненных при математическом моделировании и оптимизации изделий или конструкций.

Цифровая платформа **CML-Bench™** предоставляет уникальные возможности контролировать происхождение и историю изменений каждого вычислительного результата, всех виртуальных испытаний, которых за сутки может быть сотни или даже тысячи (в случае одновременного выполнения десятков проектов). Например, можно легко сравнивать результаты расчетных вариантов с соответствующими вариантами геометрической или расчетной модели, свойствами, нагрузками, материалами, использованными в расчетах, результаты экспериментов по разработанным алгоритмам и т.д.

Цифровая платформа CML-Bench™ разработки и применения цифровых двойников (ЦД)

В процессе создания ЦД изделия ключевым является разработка **многоуровневой матрицы требований, целевых показателей и ресурсных ограничений (МТ)**

Формирование МТ



Балансировка требований, целевых показателей и ресурсных ограничений

Разработка и изменение цифровых моделей изделия и при необходимости технологических процессов

Сбалансированная МТ

МТ – Многоуровневая матрица (совокупность взаимосвязанных прямоугольных таблиц), которая содержит формализованные требования к изделию (системе, подсистемам и компонентам), которые в процессе разработки декомпозируются и каскадируются на целевые показатели с учетом ресурсных ограничений.

Рациональная балансировка большого количества характеристик изделия (системы) – требований, целевых показателей и ресурсных ограничений изделия (системы) в целом, подсистем, компонентов и деталей осуществляется посредством проведения виртуальных испытаний, применения их результатов, при необходимости разработки и применения множества виртуальных испытательных стендов и виртуальных испытательных полигонов.

Результат балансировки – одновременное выполнение требований, достижение целевых показателей и удовлетворение ресурсным ограничениям изделия (системы) и проверка их соответствия установленным диапазонам значений за счет изменения изделия (системы), подсистем и компонентов путем проведения виртуальных испытаний.

В завершение лекции спикеру были заданы вопросы о будущем цифровых двойников и цифровизации в различных отраслях промышленности, кроме того, была выражена благодарность за интересную лекцию и познавательную дискуссию.