

CML-Bench

ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА
ПО РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИЮ
ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА

ПО РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИЮ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ



CML-Bench™ – цифровая платформа по разработке и применению цифровых двойников (Digital Twins) и «умных» цифровых двойников (Smart Digital Twins) высокотехнологичных промышленных изделий/продуктов и технологических/производственных процессов их изготовления; система управления деятельностью в области системного цифрового инжиниринга (системного и модельно-ориентированного инжиниринга, математического, компьютерного и суперкомпьютерного моделирования, цифрового проектирования, компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга).

Цифровая платформа CML-Bench™ – уникальная российская разработка, сфокусированная на обеспечении проектирования

и производства в кратчайшие сроки глобально конкурентоспособной высокотехнологичной продукции в различных отраслях и на новых рынках.

Применение **Цифровой платформы CML-Bench™** на предприятиях российской промышленности позволяет автоматизировать процесс работы с инженерными вычислениями, существенно сокращает трудозатраты на администрирование инженерной деятельности и значительно увеличивает производительность совместной работы инженеров, что, в свою очередь, позволяет значительно повысить эффективность расчетного сопровождения процесса разработки, проведения многовариантной оптимизации продукции и обеспечить ее конкурентоспособность.



50+ реализованных проектов
для 10 высокотехнологичных отраслей промышленности

~282 тыс. проектных решений
представлено на платформе за 7 лет эксплуатации

4+ млрд руб.
выручка в 2018–2021 гг.

РАЗРАБОТЧИКИ:

- Центр компьютерного инжиниринга CompMechLab®
- Центр НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии»
- УНИЛ «Вычислительная механика» (CompMechLab®)

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



Проекты по разработке и применению цифровых двойников высокотехнологичных промышленных изделий на базе **Цифровой платформы CML-Bench™** реализуются в соответствии с национальным стандартом Российской Федерации – ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИЗДЕЛИЙ. Общие положения».

Стандарт разработан специалистами Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» в соответствии с Программой национальной стандартизации на 2020 год и Программой национальной стандартизации на 2021 год. Утвержден приказом № 979-ст Росстандарта 16 сентября 2021 года. Введен в действие с 1 января 2022 года.

ГОСТ Р 57700.37-2021 распространяется на изделия машиностроения, однако на его основе могут разрабатываться стандарты, устанавливающие требования к цифровым двойникам изделий различных отраслей промышленности с учетом их специфики.

На **Цифровой платформе CML-Bench™** реализованы десятки прорывных проектов с разработкой цифровых двойников изделий для высокотехнологичных отраслей: двигателестроения, судостроения, автомобилестроения, атомной энергетики, медицины и других.



Из ГОСТ Р 57700.37-2021:

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.

МАТРИЦА

ТРЕБОВАНИЙ, ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И РЕСУРСНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ



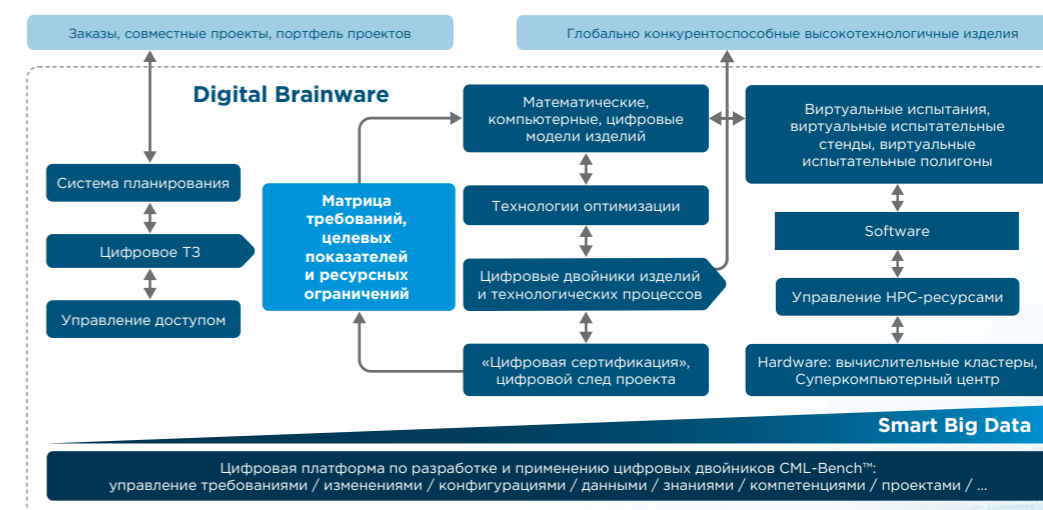
На базе **Цифровой платформы CML-Bench™** разрабатываются основные компоненты цифровых двойников изделий, в их числе:

- архитектура цифрового двойника на основе подходов системного инжиниринга и модельно-ориентированного системного инжиниринга с учетом реальных материалов, внешних воздействий, физико-механических и технологических процессов, эксплуатационных режимов и стадий жизненного цикла;
- многоуровневая матрица требований, целевых показателей и ресурсных

ограничений (временных, финансовых, технологических, производственных, экологических, нормативных и др.);

- математические и компьютерные модели с высоким уровнем адекватности;
- верификация и валидация ПО и моделей;
- виртуальные испытания, специализированные виртуальные стенды и виртуальные полигоны;
- автоматизация инженерных, организационных и презентационных процессов и др.

Цифровая платформа CML-Bench™



ЦИФРОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

СТЕНДЫ И ПОЛИГОНЫ



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

И СЕРВИСЫ



Технология разработки цифровых двойников и **Цифровая платформа CML-Bench™** выступают драйверами и интеграторами применения системы сквозных цифровых технологий класса Digital Engineering – Smart Design & Engineering, в их числе:

- системный инжиниринг (System Engineering, SE) и модельно-ориентированный системный инжиниринг (Model Based System Engineering, MBSE);
- цифровое проектирование (Computer-Aided Design, CAD);
- математическое и компьютерное моделирование (Finite Element Analysis, Modelling, Simulation, Simulation & Analysis, S&A);
- верификация и валидация (Verification & Validation, V&V);
- цифровой инжиниринг (Digital Engineering, DE);

~282 тыс. виртуальных испытаний за 7 лет эксплуатации

~120 виртуальных испытаний в сутки

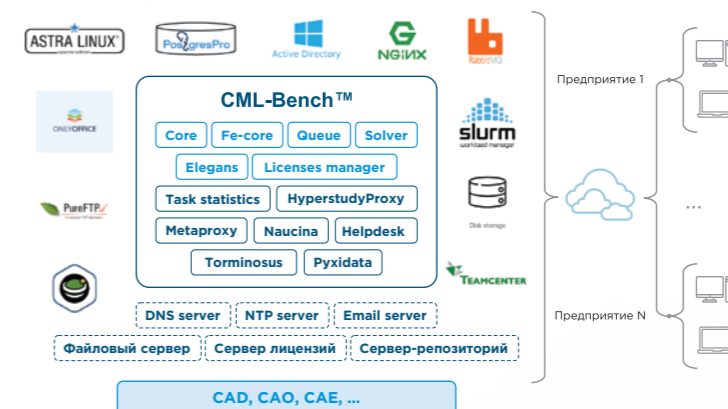
~600 тыс. строк кода

~55 тыс. ядро-часов в сутки

- компьютерный и суперкомпьютерный инжиниринг (Computer-Aided Engineering, CAE; High Performance Computing, HPC-CAE);
- виртуальные испытания, виртуальные стенды и виртуальные полигоны;
- большие данные, искусственный интеллект, блокчейн и др.

Цифровая платформа CML-Bench™ состоит из набора сервисов, написанных на Java 11 и Kotlin. Сервисы платформы разворачиваются на наборе виртуальных машин с ОС Astra Linux 1.6 «Смоленск», в качестве СУБД используется Postgres Pro Certified (сертифицированы ФСТЭК). В окружениях развертывания применяются лучшие технологии для автоматизации установки, сбора логов ошибок и показателей производительности, онлайн-мониторинга работы: ELK, Jenkins, Ansible, Prometheus и др.

Архитектура цифровой платформы CML-Bench™



ОСНОВНЫЕ СЕРВИСЫ		ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СЕРВИСЫ	
Core	Управление проектами, пользователями и доступом, документами и задачами	Task statistics	Статистика по расчетным задачам
Fe-core	Пользовательский интерфейс	HyperstudyProxy	Оптимизация очередей задач
Elegans	Расчет задач на высокопроизводительных кластерах	Metaproxy	Работами с удаленными расчетными узлами
Queue	Управление очередями вычислений	Naucina	Библиотека целевых значений
Solver	Запуск расчетов на отдельных узлах	Torminosus	Интеграция с Siemens TC
Licenses manager	Управление лицензиями CAE	Pyxidata	Предиктивная аналитика
		Helpdesk	Обратная связь от пользователей



КЛЮЧЕВЫЕ ВЕХИ РАЗВИТИЯ

ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ CML-BENCH™



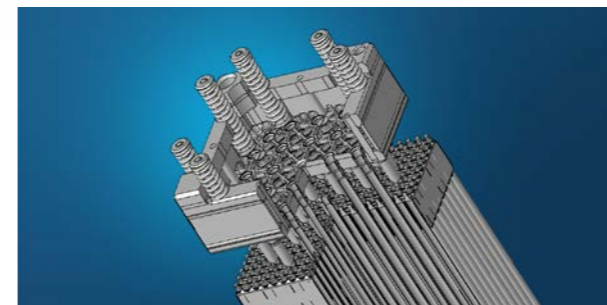
ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТОК НА ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЕ CML-BENCH™



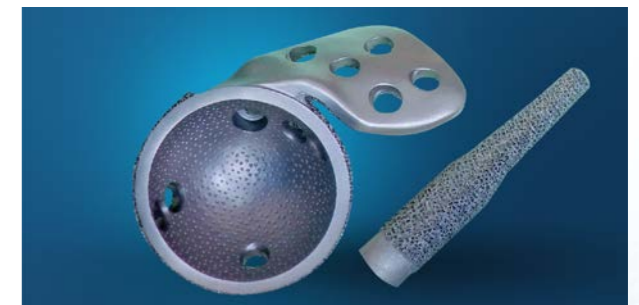
Создание «умного» цифрового двойника и экспериментального образца малогабаритного городского электромобиля с системой ADAS 3–4 уровня. Заказчик: Минобрнауки / ПАО «КАМАЗ»



Снижение массы двигателя ТВ7-117 СТ-01 на основе технологии «цифровой двойник». Заказчик: АО «ОДК-Климов» (АО «ОДК»)



Цифровой двойник начальной стадии ядерного цикла. Заказчик: АО «ТВЭЛ» (ГК «Росатом»)



Цифровое проектирование и аддитивное производство кастомизированных имплантов. Инициативный проект в интересах НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена

АЛГОРИТМ СОТРУДНИЧЕСТВА



Стандартизованный пилотный проект на базе Цифровой платформы CML-Bench™



Варианты приобретения Цифровой платформы CML-Bench™

1. ЛИЦЕНЗИИ + техническая поддержка

- Годовые лицензии.
- Бессрочные лицензии.
- Техническая поддержка (входит в годовую подписку или осуществляется отдельно к бессрочной лицензии).

Сопутствующие услуги

- Внедрение платформы.
- Кастомизация под процессы и интеграция платформы с внешними системами.

2. Программно-аппаратный комплекс

- Лицензии на инженерное ПО и CML-Bench™.
- Оборудование с возможностью масштабирования.
- Внедрение и кастомизация «под ключ».

3. Облачная платформа (SaaS/PaaS)

- Подписка на доступ к Цифровой платформе CML-Bench™, инженерному ПО и вычислительным ресурсам с оплатой по потреблению (в разработке).



Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого (СПбПУ)



Научный центр мирового уровня
«Передовые цифровые технологии»



Центр компетенций НТИ СПбПУ
«Новые производственные технологии»



Инжиниринговый центр «Центр компьютерного
инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ

195251, Россия, Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, д. 29, АФ
(Научно-исследовательский корпус
«Технополис Политех»).

Дирекция Центра НТИ СПбПУ: оф. А.3.08.

Контактное лицо: Егор Александров

alexandrov.e@compmechlab.ru