



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

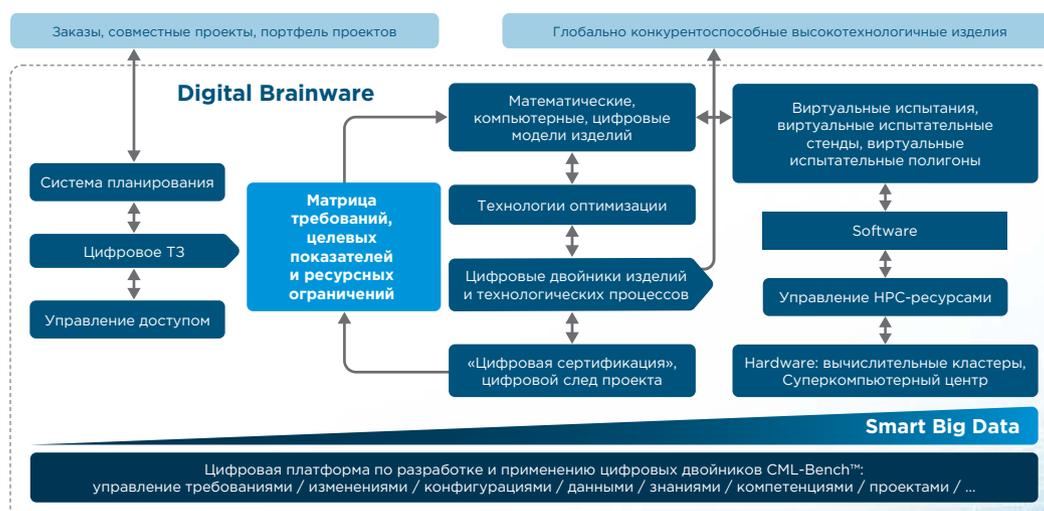
## ТРЕБОВАНИЙ, ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И РЕСУРСНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ



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



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

- 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.



# ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## И СЕРВИСЫ

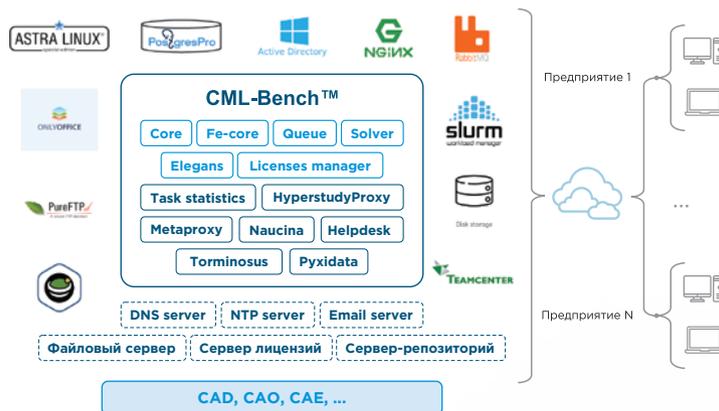


~600 тыс. строк кода

~55 тыс. ядро-часов в сутки

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

# КЛЮЧЕВЫЕ ВЕХИ РАЗВИТИЯ



## 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 ПЛАТФОРМЫ CML-BENCH™



**07.2021**

Лицензионный договор на приобретение ПАО «ОДК-Сатурн» 200 лицензий платформы в рамках реализации дорожной карты сотрудничества ОДК и Центра НТИ СПбПУ

**12.2021**

Регистрация 31 нового РИД в составе платформы.

Премия «Технологический прорыв – 2021» за проект «Цифровая платформа концептуального проектирования и оптимизации изделий авиационной техники»

**05.2022**

Формирование академических лицензий платформы в рамках Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг»

**07.2022**

Регистрация товарного знака платформы

**09.2021**

Утверждение ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИЗДЕЛИЙ. Общие положения»

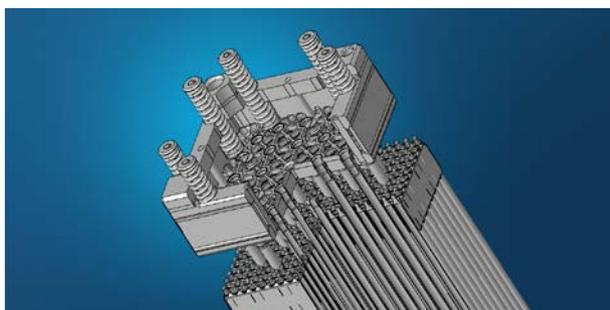
**2022**

Сертификация платформы по 6 уровню доверия ФСТЭК и соответствия требованиям к ГИС 3 класса (возможность обработки коммерческой тайны и сведений ДСП). Испытательная лаборатория – АО Центр «Атомзащитаинформ».

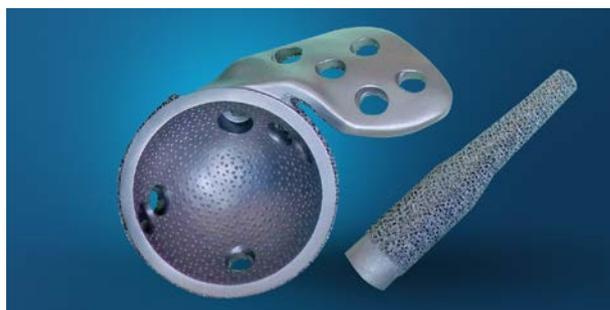
**04.2022**

Совместимость платформы с операционной системой Astra Linux Special Edition.

Первая Национальная премия «Импортонезависимость»



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](mailto:alexandrov.e@compmechlab.ru)