



ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА  
ПО РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИЮ  
ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ



«И в бизнесе, и в системе государственной власти надо активно развивать цифровые платформы, осваивать модели управления на основе данных, на основе больших данных».

**Владимир Путин**, Президент Российской Федерации  
(Выступление на съезде РСПП, 16.03.2023)



«Чтобы идея воплотилась в готовый высококонкурентный продукт, нужны мощные платформенные решения – от систем автоматизированного проектирования до специального софта робототехнических комплексов. Без собственного программного обеспечения нет будущего. <...> По наиболее востребованным технологическим направлениям организована разработка универсального софта. Прежде всего она касается средств управления жизненным циклом изделия, инструментов инженерного анализа, систем управления производством, цифрового проектирования, виртуальных испытаний».

**Михаил Мишустин**, Председатель Правительства Российской Федерации  
(Выступление на VIII конференции «Цифровая индустрия промышленной России», 01.06.2023)



# 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.



**60+**  
реализованных  
проектов

для 10 высокотехнологичных  
отраслей промышленности



**312+**  
тыс. проектных  
решений

представлено на платформе  
за 8 лет эксплуатации



**4+**  
млрд  
руб.

выручка в 2018–2022 гг.



# РАЗРАБОТКА И РАЗВИТИЕ ПЛАТФОРМЫ



Санкт-Петербургский  
политехнический  
университет  
Петра Великого



Передовая  
инженерная  
школа СПбПУ  
«Цифровой  
инжиниринг»



Научный центр  
мирового уровня  
«Передовые  
цифровые  
технологии»  
(СПбПУ)



Центр  
компетенций НТИ  
СПбПУ «Новые  
производственные  
технологии»



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

## КОМАНДА РАЗВИТИЯ CML-BENCH®



**Алексей Боровков**



**Олег Михайлов**  
руководитель направления  
разработки



**Вадим Бураков**  
главный архитектор  
цифровой платформы



**Антон Алексашкин**  
руководитель направления  
дистрибуции



**Егор Александров**  
менеджер по работе с ключевыми  
клиентами и партнерами



**Александр Михайлов**  
руководитель направления  
тестирования, валидации  
и верификации инженерного ПО



**Михаил Корчков**  
руководитель направления  
авиастроения



**Александр Себелев**  
руководитель направления  
двигателестроения



**Петр Скопин**  
инженер-исследователь

Разработка Цифровой платформы ведется с 2006 года под общим руководством **А.И. Боровкова**, проректора по цифровой трансформации Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ).



«Мы далеко продвинулись в части применения технологии цифровых двойников изделий. За прошедшие 4 года сам термин «цифровой двойник» обрел значимое наполнение: теперь это не просто идея того, что будет в будущем, это конкретная работа, которая сегодня выполняется в АО «ОДК». <...> Конкретная задача в данный момент – это применение Цифровой платформы CML-Bench® при разработке современных газотурбинных двигателей с последующей постановкой платформы на производство, сопровождением в эксплуатации».

*Юрий Шмотин, заместитель генерального директора – генеральный конструктор АО «ОДК» (ГК «Ростех»)*



«В топливной компании взялись разработать систему очистки бурового раствора. <...> Основной элемент этой конструкции – вибросито, но при его ускорении до 7 г (целевое значение в ТЗ) конструкция разрушалась. <...> В начале 2018-го было решено создать цифровой двойник системы. Проанализировав на нем более сотни вариантов конструкции, изготовили опытный образец, который превзошел зарубежные аналоги. <...> Причем на выполнение работ с использованием цифрового двойника ушло всего несколько месяцев. Мы решили тиражировать этот опыт, создав у себя инжиниринговый центр, в основе которого будет лежать новый, цифровой подход».

*Наталья Никипелова, президент АО «ТВЭЛ» (ГК «Росатом»)*



«Ракетно-космическая техника отличается от других отраслей невозможностью либо крайней сложностью обслуживания изделий во время орбитальной эксплуатации. Экстремальные условия космического пространства требуют тщательной наземной экспериментальной отработки и построения точных, высокоадекватных математических моделей. Сократить объем наземных испытаний возможно с помощью цифровых двойников. Помимо экономической эффективности, новые подходы позволят уменьшить сроки производства столь сложных изделий».

*Даниил Субботин, заместитель генерального директора по развитию РКЦ «Прогресс» (ГК «Роскосмос»)*



# 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.



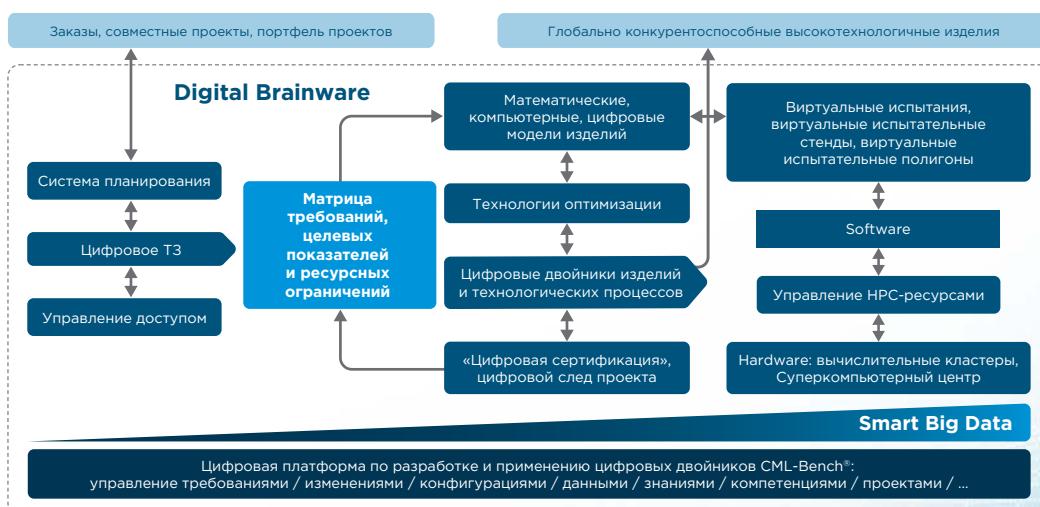
На базе **Цифровой платформы CML-Bench®** разрабатываются основные компоненты цифровых двойников изделий, в их числе:

- 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®





# ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## АРХИТЕКТУРА

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);

**~312 тыс. виртуальных испытаний за 8 лет эксплуатации**

**~100 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.



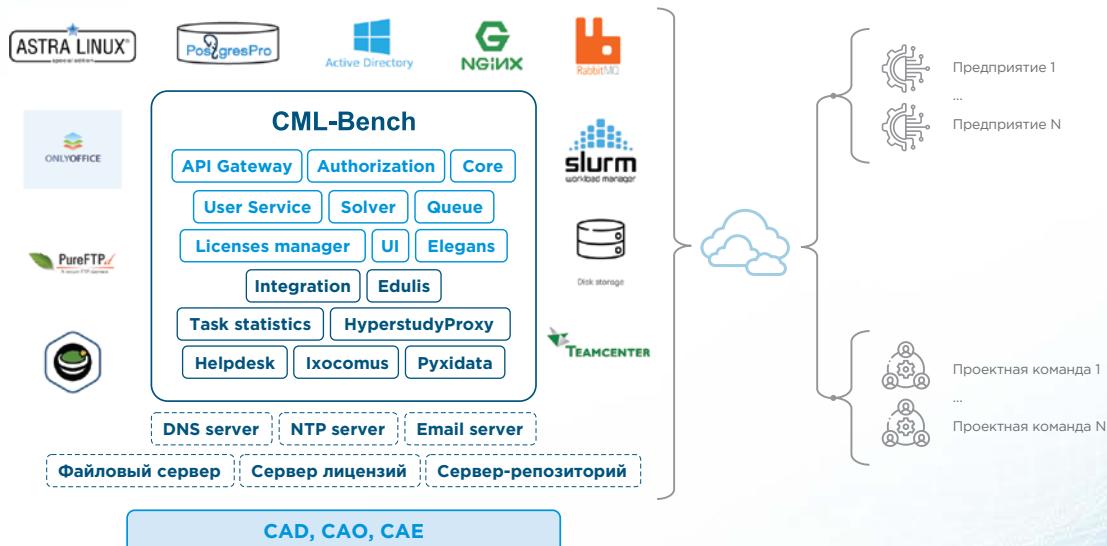


**~850** тыс.  
строк кода

**~51** тыс.  
ядро-часов в сутки

Цифровая платформа CML-Bench® состоит из набора сервисов, написанных на Java 11 и Kotlin. Адаптирована под актуальные версии ОС Astra Linux Special Edition. В качестве СУБД используется Postgres Pro Certified (сертифицированы ФСТЭК). В работе команды применяют лучшие технологии: для автоматизации развертывания используется Ansible и Jenkins, для сбора логов ошибок и показателей производительности – ELK, для онлайн-мониторинга метрик работы – Prometheus/Grafana.

### Архитектура цифровой платформы CML-Bench®





# СЕРВИСЫ

## БАЗОВЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ

**Базовые сервисы** Цифровой платформы CML-Bench® реализуют следующие основные функции:

- обеспечение информационной безопасности (идентификация, аутентификация, авторизация, разграничение прав доступа);
- журналирование (управление логированием работы базовых и прикладных сервисов, типизация событий);
- маршрутизация пользовательских запросов в прикладные сервисы;
- оповещение пользователя о событиях;

- работа с базой знаний (управление Wiki-страницами на html и markdown);
- пользовательский интерфейс (пользовательское рабочее пространство с деревом навигации, системой меню и рабочими областями);
- сбор обратной связи от пользователей, взаимодействие со службой технической поддержки;
- контроль лицензий на использование платформы;
- интеграция с внешними информационными системами.





**Прикладные сервисы** Цифровой платформы CML-Bench® реализуют следующие ключевые функции:

- управление проектами и заданиями;
- иерархическое представление данных проекта;
- представление графика работ по проекту в виде диаграммы Ганта;
- работа с документами/файлами разных форматов;
- управление условиями нагружения (повторение одного и того же физического эксперимента, с разной логикой работы с целевыми показателями);
- управление библиотекой требований к разрабатываемому продукту;

- отображение матрицы требований, целевых показателей и ресурсных ограничений;
- отображение дерева эволюции расчетных вариантов;
- управление цифровыми макетами;
- управление расчетными моделями;
- управление расчетными узлами;
- интеграция с высокопроизводительными кластерами (HPC – High Performance Computing);
- управление приоритизированной очередью задач;
- сбор и анализ статистики по выполненным расчетным задачам;
- формирование визуальной отчетности.

## УПРАВЛЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЕМ

Elegans	Управление высокопроизводительными кластерами (HPC) и одиночными расчетными узлами
Queue	Умная приоритизация задач, в зависимости от их объема, размера и критичности
Task Statistics	Сбор статистики по всем выполняемым расчетным задачам, расчет оценочного времени исполнения конкретной задачи
Solver	Контроль состояния расчетного узла и запущенной на этом расчетном узле задачи

## УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ

Hyperstudy Proxy	Постановка генерируемых в рамках процесса оптимизации задач в очередь и контроль их состояния, передача результатов расчетов оптимизатору
Ruxidata	Интеллектуальный помощник на основе выполненных расчетов
Edulis	Полнотекстовый поиск по всем текстовым атрибутам сущностей платформы
Ixocomus	Управление целевыми значениями расчетов



# ФУНКЦИИ

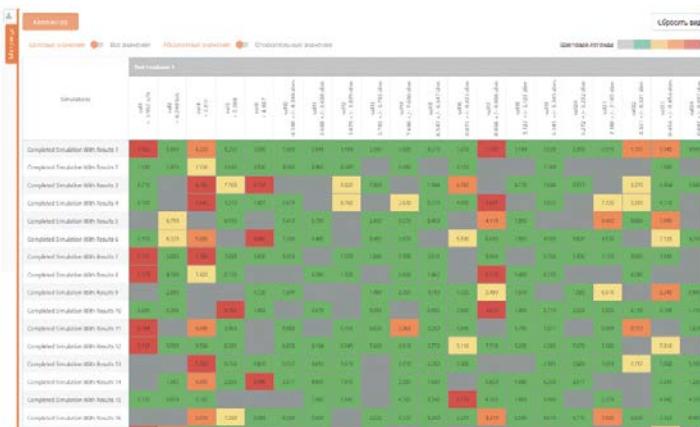
## МАТРИЦА ТРЕБОВАНИЙ РАСЧЕТНЫЕ ЦЕПОЧКИ

### Многоуровневая матрица требований, целевых показателей и ресурсных ограничений

Требования к свойствам проектируемого изделия, зафиксированные в техническом задании на его разработку и изготовление, преобразуются в систему взаимосвязанных требований, целевых показателей и ресурсных ограничений. В отличие от начальных требований, которые приведены в техническом задании и, как правило, исчисляются единицами значений, производные целевые показатели могут исчисляться десятками тысяч. Их количество определяют степень детализации свойств проектируемого изде-

лия и уровень контроля над обликом перспективного продукта.

Проектирование сложных высокотехнологичных продуктов с применением Цифровой платформы CML-Bench® подразумевает балансировку системы взаимосвязанных целевых показателей, при том что работа с тысячами показателей находится за гранью осознания и интуиции даже самых высококлассных инженеров. Функции управления матрицей требований предоставляют инженеру необходимую поддержку процесса согласования иерархических и взаимосвязанных показателей. Визуализация матрицы требований с цветовой индикацией степени соответствия показателей, полученных в результате цифровых (виртуальных) испытаний, требуемым интервалам значений создает возможность комплексного мониторинга и анализа влияния показателей или группы показателей друг на друга. В результате может быть получено несколько вариантов конструкции, различающихся экономикой, технологиями изготовления и материалами и открывающих возможность формирования гибкой стратегии вывода на рынок разрабатываемого высокотехнологичного изделия.





## Расчетные цепочки

Механизм расчетных цепочек позволяет автоматизировать процесс комплексного расчета, включающего использование нескольких видов инженерного программного обеспечения. С помощью этого механизма можно построить расчетный агрегат, в котором различные пакеты можно будет использовать последовательно (управление и данные передаются от одного пакета другому), условно (управление передается пакету при выполнении определенного условия), циклически (один и тот же пакет отрабатывает определенное количество раз) или параллельно (данные и управление из одного пакета передаются одновременно нескольким). При этом результаты расчетов будут переданы от одного компонента расчетного агрегата другому.

На Цифровой платформе CML Bench® реализован конструктор процессов для определения блоков решателей, входных и выходных данных, а также способа их организации в расчетный агрегат. Разработанные процес-

сы сохраняются в виде шаблонов в библиотеке процессов с контролем версий и управлением доступом. Для выполнения расчетных цепочек, созданных конструктором процессов, на платформе реализован механизм, осуществляющий передачу управления и параметров, результатов и данных между разными составляющими расчетной цепочки.





# ФУНКЦИИ

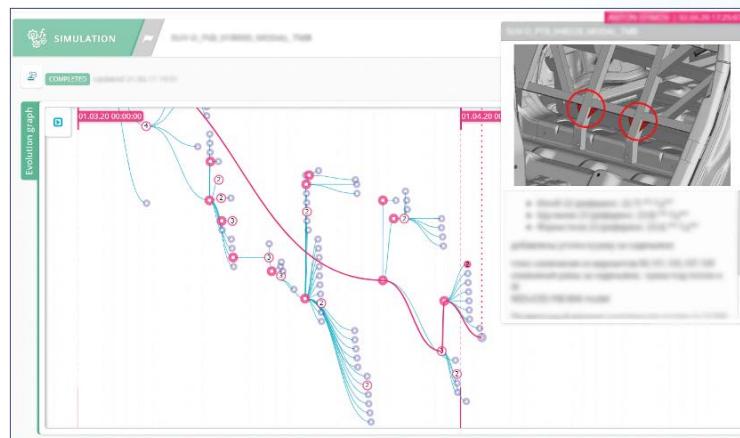
## ДЕРЕВО ЭВОЛЮЦИИ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ

### Дерево эволюции решений («цифровой след» проекта)

Дерево эволюции решений предназначено для анализа хронологии и перспективности направления разработки с отслеживанием изменения ключевых показателей. Дерево эволюции представляет собой граф, каждый узел которого обозначен цветом в зависимости от принятых инженером решений по направлению развития работ над изделием, при этом граф поделен на сектора, соответствующие временным интервалам проведения виртуальных испытаний, в результате чего формируется интерактивная карта

проектирования изделия. При наведении на узел дерева платформа визуализирует дополнительную информацию о результатах расчета.

Дерево эволюции решений позволяет наглядно увидеть хронологию принятия решений, тупиковые и альтернативные ветки проектирования и цифровых испытаний, что может быть использовано для обоснования изменений направления разработки и учета полученного опыта в рамках смежных проектов.





## Управление инженерными проектами и задачами

На Цифровой платформе CML Bench® реализованы механизмы управления проектами: постановка задач, согласование, контроль выполнения, планирование и контроль ресурсов, связь между задачами и расчетами, учет затраченного времени.

В дополнение к этим функциям в настоящий момент осуществляется разработка конструктора и механизма с полноценной поддержкой BPMN 2.0 (Business Process Model and Notation – нотация и модель бизнес-процессов).

**Диаграмма Ганта**

Привязка к исполнителям

**Пример задачи**

Контроль времени

**Задачи**

Назначенные мне

**Приемка задач**

Назначенные мне

**Объекты**

Назначенные мне

Контроль выполнения задач и контроль качества

Задача	Описание	Статус	Новый	Дата
Начало поэтапного тестирования	Дополнительный этап расчета по уточненному расчертанию...	Завершено	14.08.2018 11:14	14.08.2018 11:14
Работа над первым этапом проекта	Работа над первым этапом проекта	Завершено	14.08.2018 14:29	14.08.2018 14:29
Работа над первым этапом проекта	Работа над первым этапом проекта	Завершено	14.08.2018 15:07	14.08.2018 15:07
Работа над первым этапом проекта	Работа над первым этапом проекта	Завершено	14.08.2018 16:42	14.08.2018 16:42
Работа над первым этапом проекта	Работа над первым этапом проекта	Завершено	14.08.2018 16:48	14.08.2018 16:48
Работа над первым этапом проекта	Работа над первым этапом проекта	Завершено	14.08.2018 17:07	14.08.2018 17:07
Работа над первым этапом проекта	Работа над первым этапом проекта	Завершено	14.08.2018 17:47	14.08.2018 17:47
Работа над первым этапом проекта	Работа над первым этапом проекта	Завершено	14.08.2018 18:02	14.08.2018 18:02
Работа над первым этапом проекта	Работа над первым этапом проекта	Завершено	14.08.2018 18:46	14.08.2018 18:46
Работа над первым этапом проекта	Работа над первым этапом проекта	Завершено	14.08.2018 19:07	14.08.2018 19:07
Новая		Новая	14.08.2018 17:02	14.08.2018 17:02



# ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Реализованы следующие меры информационной безопасности:

- **ИАФ.1** Идентификация и аутентификация пользователей, являющихся работниками оператора.
- **ИАФ.3** Управление идентификаторами, в том числе создание, присвоение, уничтожение идентификаторов.
- **ИАФ.4** Управление средствами аутентификации, в том числе хранение, выдача, инициализация, блокирование средств аутентификации и принятие мер в случае утраты и (или) компрометации средств аутентификации.
- **ИАФ.5** Защита обратной связи при вводе аутентификационной информации.
- **ИАФ.6** Идентификация и аутентификация пользователей, не являющихся работниками оператора (внешних пользователей).
- **УПД.1** Управление (заведение, активация, блокирование и уничтожение) учетными записями пользователей, в том числе внешних пользователей.
- **УПД.2** Реализация необходимых методов (дискреционный, мандатный, ролевой или иной метод), типов (чтение, запись, выполнение или иной тип) и правил разграничения доступа.
- **УПД.4** Разделение полномочий (ролей) пользователей, администраторов и лиц, обеспечивающих функционирование информационной системы.
- **УПД.6** Ограничение числа неуспешных попыток входа в систему.
- **УПД.9** Ограничение числа параллельных сессий доступа для каждой учетной записи пользователя информационной системы.
- **УПД.10** Блокирование сеанса доступа в информационную систему после установленного времени бездействия (неактивности) пользователя или по его запросу.
- **УПД.11** Разрешение (запрет) действий пользователей, разрешенных до идентификации и аутентификации.
- **РСБ.1** Определение событий безопасности, подлежащих регистрации, и сроков их хранения.
- **РСБ.2** Определение состава и содержания информации о событиях безопасности, подлежащих регистрации.
- **РСБ.3** Сбор, запись и хранение информации о событиях безопасности в течение установленного времени хранения.
- **РСБ.4** Реагирование на сбои при регистрации событий безопасности (сигнализация).

# КАСТОМИЗАЦИЯ



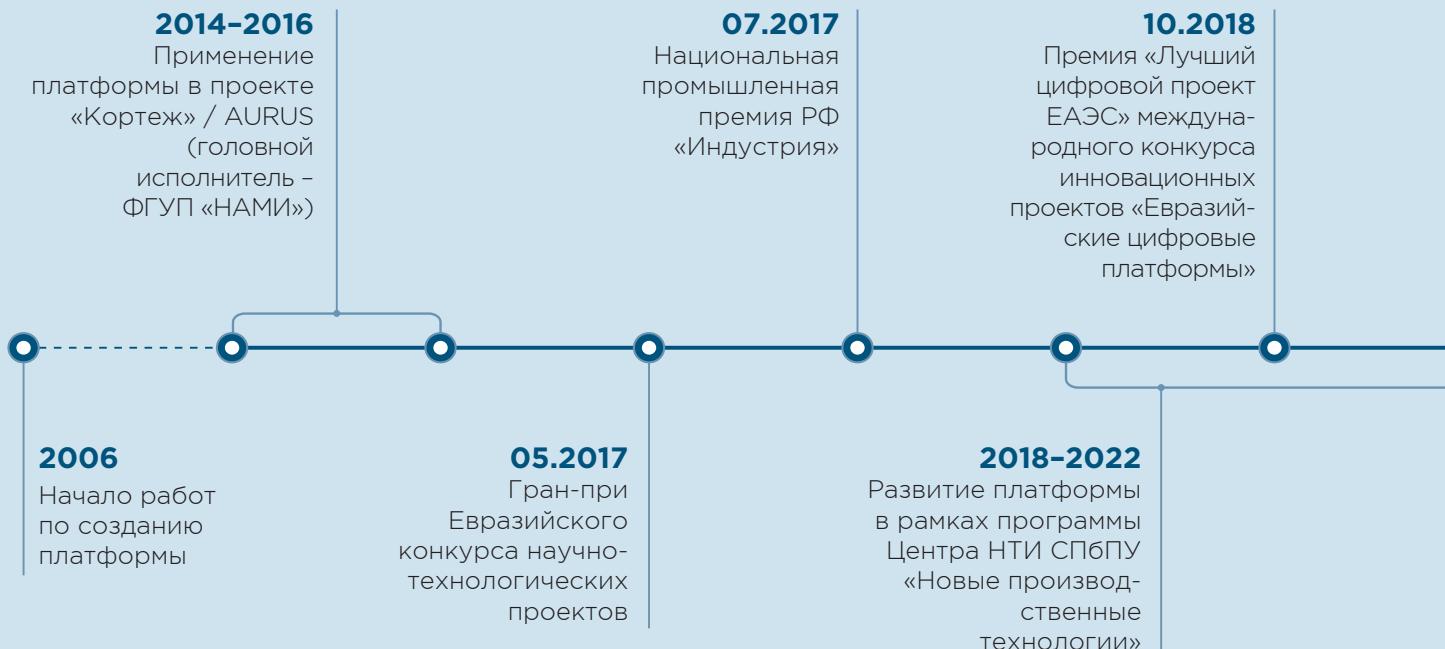
Среди основных показателей качества ПО при проектировании сервисов CML-Bench® особое внимание уделяется сопровождаемости (maintainability). Этот показатель позволяет определить потенциальную сложность внесения изменений в дизайн программных компонентов. Для максимизации значения этого показателя выбирают типовые решения и шаблоны проектирования, минимизирующие трудоемкость доработки ПО. Приоритизация показателя сопровождаемости делает платформу CML-Bench® максимально открытой для перспективного развития.

Типовая конфигурация CML-Bench® удовлетворяет основным потребностям предприятий в части SPDM. Процесс кастомизации направлен на доработку платформы с целью учета специфики бизнес-процессов предприятий, в рамках которых могут быть разработаны новые сервисы, расширяющие функциональность, или модифицированы существующие для учета особенностей конкретного предприятия.

В качестве примера кастомизации, связанной с модификацией сервисов, можно привести успешно завершенный проект для ООО

«Центротех-Инжиниринг» топливного дивизиона ТВЭЛ госкорпорации «Росатом». В рамках проекта была достигнута совместимость с сертифицированной операционной системой со встроенными верифицированными средствами защиты информации Astra Linux Special Edition, которая представляет собой отказоустойчивую платформу для защищенных IT-инфраструктур любого масштаба и работы с данными любой степени конфиденциальности. Кроме того, программный слой CML-Bench®, отвечающий за доступ к данным цифровой платформы, был модифицирован с целью адаптации к сертифицированной версии промышленной системы управления базами данных для высоконагруженных систем Postgres PRO Enterprise Certified – российской системы управления базами данных, содержащей встроенные средства защиты от несанкционированного доступа к информации, встроенный контроль целостности исполняемых файлов и другие значимые с точки зрения безопасности функции. Помимо этого, сервисы безопасности были модифицированы с целью соответствия внутренней политике информационной безопасности ООО «Центротех-Инжиниринг».

# 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® (2006-2021)

2021

**02.2021**

Включение платформы в Единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных. При регистрации оформлено 34 РИД

**12.2021**

Регистрация 31 нового РИД в составе платформы.

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

**2022**

**07.2020**

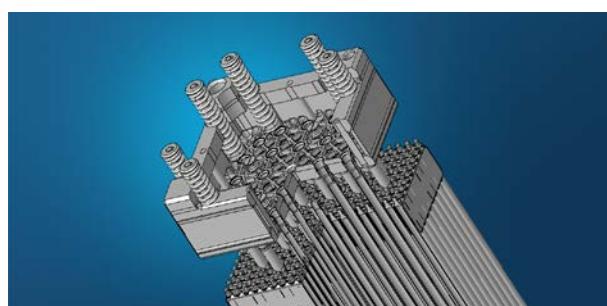
Система управления данными и процессами расчетных и экспериментальных научных исследований «УРАНИЯ» на основе CML-Bench® (импортозамещение Ansys EKM)

**07.2021**

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

**09.2021**

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



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

# КЛЮЧЕВЫЕ ВЕХИ РАЗВИТИЯ

**2022**

Начало работ по сертификации 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».

**05.2022**

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

**04.2022**

Совместимость платформы с операционной системой Astra Linux Special Edition.

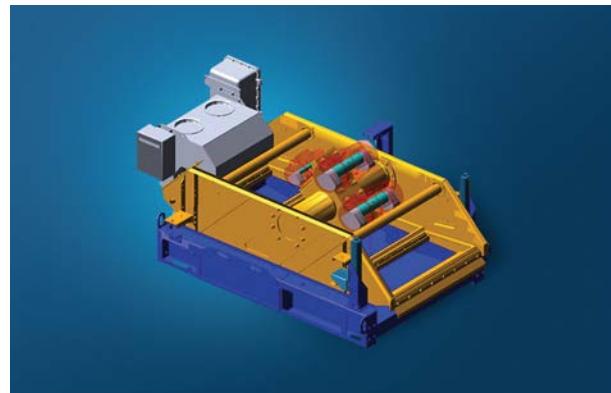
Первая Национальная премия «Импортонезависимость»

**07.2022**

Регистрация товарного знака (графического, словесного, комбинированного) Цифровой платформы CML-Bench® в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатенте)



Разработка элементов каркаса кузова и конструктивных элементов бронирования отечественных автомобилей «Лимузин», «Седан», «Внедорожник» и «Микроавтобус» на базе единой модульной платформы, предназначеннной для перевозки и сопровождения первых лиц государства, а также других лиц, подлежащих государственной охране.  
Заказчик: ФГУП «НАМИ»



Определение оптимальной конструкции изделия «Вибросито», предназначенного для очистки бурового раствора.  
Заказчик: ООО «НПО «Центротех» (АО «ТВЭЛ» / ГК «Росатом»)

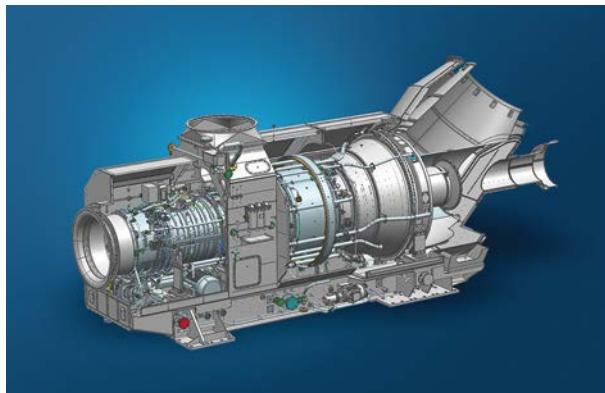
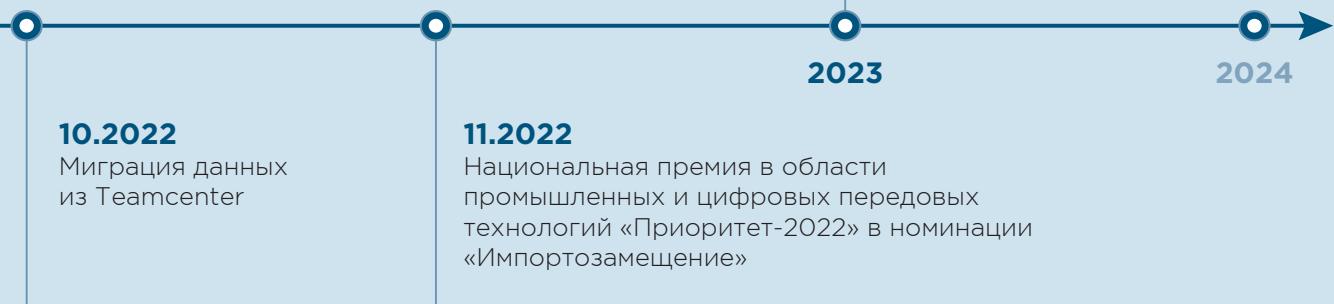
# ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ CML-BENCH® (2022-2023)



Разработка  
кастомизированных модулей  
для двигателестроения

Поставка лицензий платформы:  
АО «ОДК», ПАО «ОДК-Сатурн»,  
ФГАОУ ВО ТюмГУ,  
ФГАОУ ВО СамГУ,  
ООО «Центротех-Инжиниринг»,  
ИБРАЭ РАН...

Интеграция программного  
обеспечения российских  
вендоров: АО «Аскон»,  
ООО «КвантоФорм»,  
ООО «Вычислительная  
механика», НТЦ «АПМ»,  
ООО «Фидесис»,  
ООО «Тесис»...



Разработка цифрового двойника  
морского газотурбинного двигателя  
и редуктора в составе агрегата.  
Заказчик: АО «ОДК-Сатурн»



Разработка спортивных саней  
с улучшенными аэродинамическими  
характеристиками и показателями  
управляемости. Заказчик: трехкратный  
чемпион мира по санному  
спорту Роман Репилов

# АЛГОРИТМ СОТРУДНИЧЕСТВА



Стандартизованный пилотный проект на базе Цифровой платформы CML-Bench® (ЦП)

Этап 0 (1-3 мес.)	Этап 1 (3 мес.)	Этап 2 (3-6 мес.)	Этап 3 (12-18 мес.)	Этап 4
<b>Планирование интеграции ЦП</b>	<b>Пилотный проект на ЦП (опционально)</b>	<b>Развертывание ЦП на инфраструктуре заказчика</b>	<b>Сопровождение окружения заказчика</b>	<b>Техническая поддержка окружения заказчика</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Аудит бизнес-процессов заказчика</li><li>• Аудит инфраструктуры заказчика</li><li>• Согласование пилотного НИОКР на базе ЦП (опционально)</li><li>• Определение необходимого объема рабочих мест</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Реализация пилотного проекта на окружении лицензиара</li><li>• Непрерывный мониторинг заказчиком хода работ через гостевой доступ</li><li>• Знакомство заказчика с результатами выполнения проекта</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Закупка оборудования и ПО (при необходимости)</li><li>• Пусконаладка на окружении заказчика</li><li>• Миграция данных пилотного проекта на окружение заказчика (опционально)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Определение задач для самостоятельного решения заказчиком, обучение сотрудников</li><li>• Сопровождение выполнения проекта, консультации</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Оказание услуг в соответствии с договором технической поддержки</li></ul>

## Варианты приобретения Цифровой платформы CML-Bench®

### 1. ЛИЦЕНЗИИ

Коммерческие  
Академические (в разработке)

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

### 2. Программно-аппаратный комплекс

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

### Сопутствующие услуги

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

### 3. Облачная платформа (SaaS/PaaS)

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

## Направления развития Цифровой платформы CML-Bench®

1

Развитие базового функционала платформы, повышение пользовательской привлекательности

2

Возможность обработки коммерческой и (в перспективе) государственной тайны

3

Бесшовная интеграция с PLM-решениями заказчиков

4

Интеграция с отечественным САx ПО

5

Гибкая адаптация функционала под требования заказчиков

6

Взаимодействие с вузами (академические лицензии)



«Главная идея взаимодействия заключается в том, чтобы все разработки и последующие испытания, выполняемые в рамках федеральных проектов, велись на платформе разработки и применения цифровых двойников CML-Bench®. Я уверен, что это позволит достичь отличных показателей и вывести российское промышленное производство на новый уровень развития».

**Дмитрий Песков**, специальный представитель  
Президента РФ по вопросам цифрового  
и технологического развития

(Визит в СПбПУ, 31.01.2023)



«У нас очень сильная математическая школа, прикладная наука, компетентные перспективные команды на ключевых промышленных предприятиях. Все это в комплексе должно работать над достижением стратегической цели – перехода к технологии виртуальных испытаний».

**Владимир Дордев**, директор департамента  
цифровых технологий Министерства  
промышленности и торговли РФ

(Выступление на сессии «Комплексный подход  
в разработке систем анализа и инженерных расчетов  
(CAE)» на форуме ЦИПР-2023, 02.06.2023)



«Цифровая платформа CML-Bench® из рабочего инструмента Политеха трансформировалась в рыночный продукт. Теперь нужно «накрывать» передовыми технологиями целые отрасли и делать методологию разработки цифровых двойников более доступной для инженеров. Все отрасли российской экономики имеют право претендовать на использование ваших передовых технологий».

**Андрей Агеев**, руководитель Центра цифровизации  
предприятий ОПК ФГУП «ВНИИ «Центр»

(Выступление IV Международном форуме «Передовые  
цифровые и производственные технологии», 14.12.2022)



Федеральный проект  
«Передовые инженерные  
школы»



Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого



Передовая инженерная  
школа СПбПУ  
«Цифровой инжиниринг»



Научный центр мирового  
уровня «Передовые цифровые  
технологии»



Центр НТИ СПбПУ  
«Новые производственные  
технологии»



Центр трансфера и импортозамещения  
передовых цифровых  
производственных технологий



Институт передовых  
производственных  
технологий СПбПУ



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)