КЭЛС·ЦЕНТР
корпоративные электронные системы

DT Seven

ПЛАТФОРМА DT SEVEN

оптимизация | интеграция | прогноз

КЭЛС·ЦЕНТР

О КЭЛС-ЦЕНТРЕ

- КЭЛС-центр основан в 1999 году

- КЭЛС-центр реализует комплексные проекты по цифровизации НИОКР и организации виртуальных испытаний сложных изделий

- КЭЛС-центр обладает большим опытом внедрения систем многодисциплинарного анализа и оптимизации моделей изделий на базе семейства продуктов DT, а также PLM/PDM-систем и систем управления расчётными данными (SPDM-систем)

- Официальный партнер компании DATADVANCE

ОКБМ АФРИКАНТОВ РОСАТОМ

НИКИЭТ РОСАТОМ

ААЕМ

ОКБ ГИДРОПРЕСС РОСАТОМ

ПРОРЫВ РОСАТОМ

ИБРАЭ

АЛМАЗ

СОЗВЕЗДИЕ КОНЦЕРН

ЭНЕРГИЯ ЭЭМ

БМЗ

МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ

ВНИИОФИ

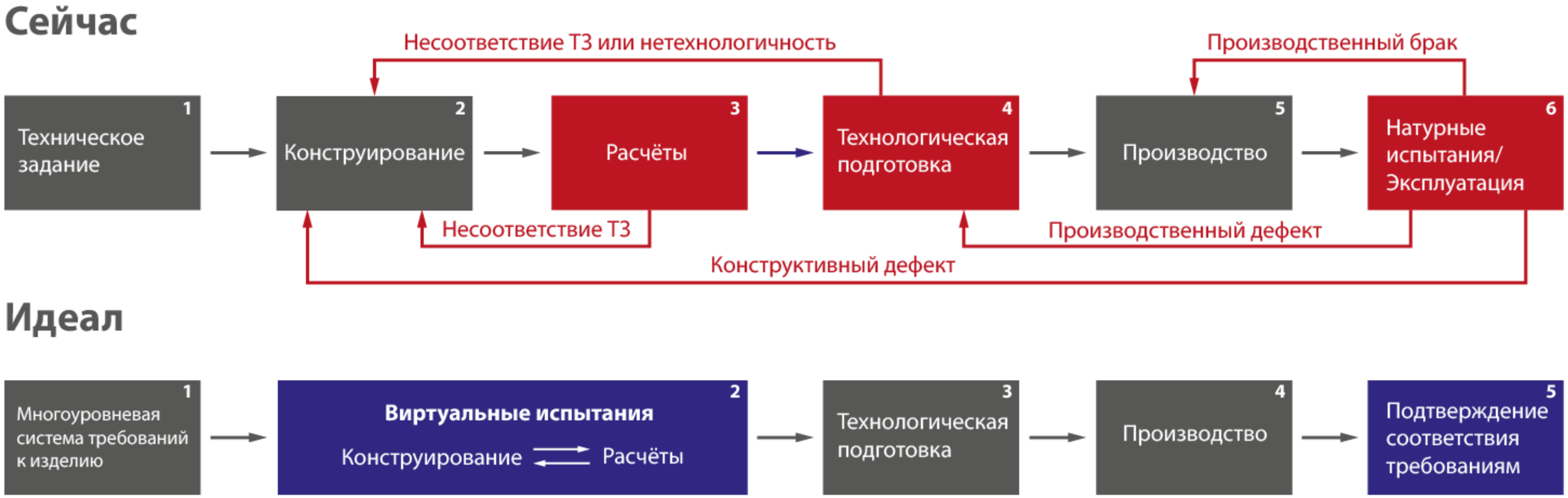
РПКБ

РПЗ

КЭЛС·ЦЕНТР

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК И ВИРТУАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

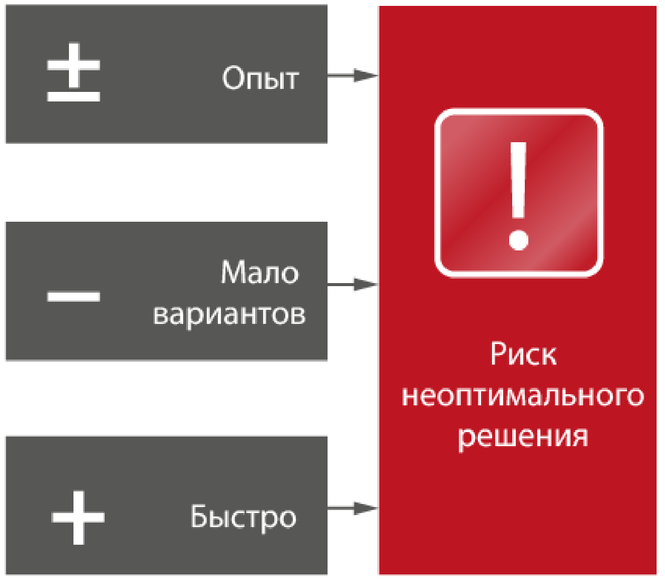
- **Цифровой двойник** – система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями
- **Виртуальные (цифровые) испытания** – определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата исследования свойств цифровой модели (или цифрового двойника) этого объекта
(ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИЗДЕЛИЙ. Общие положения»)
- **Цель** – организация разработки изделий, сразу («с первого раза») соответствующих требованиям, что должно радикально сократить количество натурных испытаний
- **Задача** – в любой момент времени в течение жизненного цикла иметь возможность достоверно определить текущие значения характеристик изделия



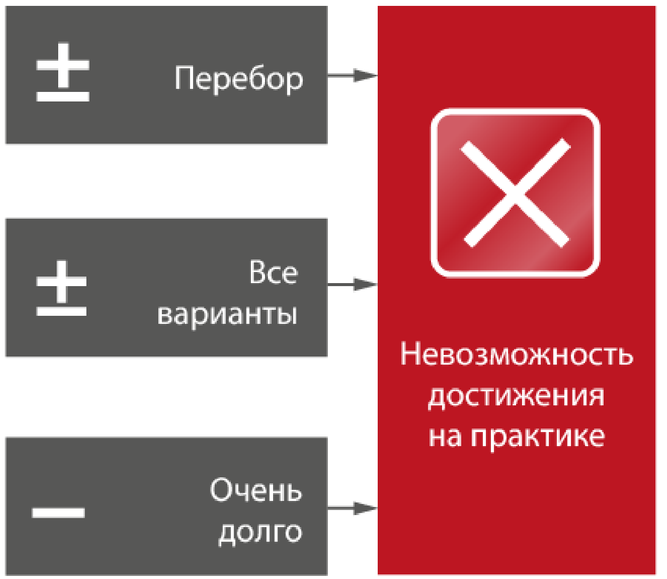
КЭЛС·ЦЕНТР

ПОДХОДЫ К МНОГОВАРИАНТНЫМ РАСЧЁТАМ

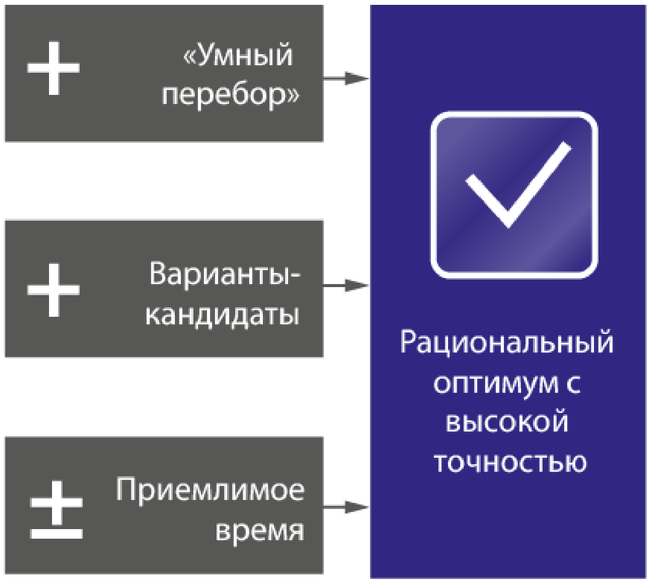
Проверка нескольких вариантов по усмотрению конструктора



Перебор всех возможных вариантов конструкции изделия



«Умный анализ», основанный на математических методах оптимизации



КЭЛС·ЦЕНТР

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Ключевой инструментарий:

- верифицированные расчётные системы (как коммерческие, так и собственной разработки) – CAE-системы
- системы высокопроизводительных вычислений (кластеры)
- системы для управления расчётными данными, анализ данных и оптимизации

КЭАС·ЦЕНТР

О DT SEVEN (РАНЕЕ – PSEVEN)

DT Seven – программная платформа для анализа данных и **оптимизации**, дополняющая средства проектирования и инженерного анализа

Разработчик: **ООО «ДАТАДВАНС»** (г. Москва, Россия)

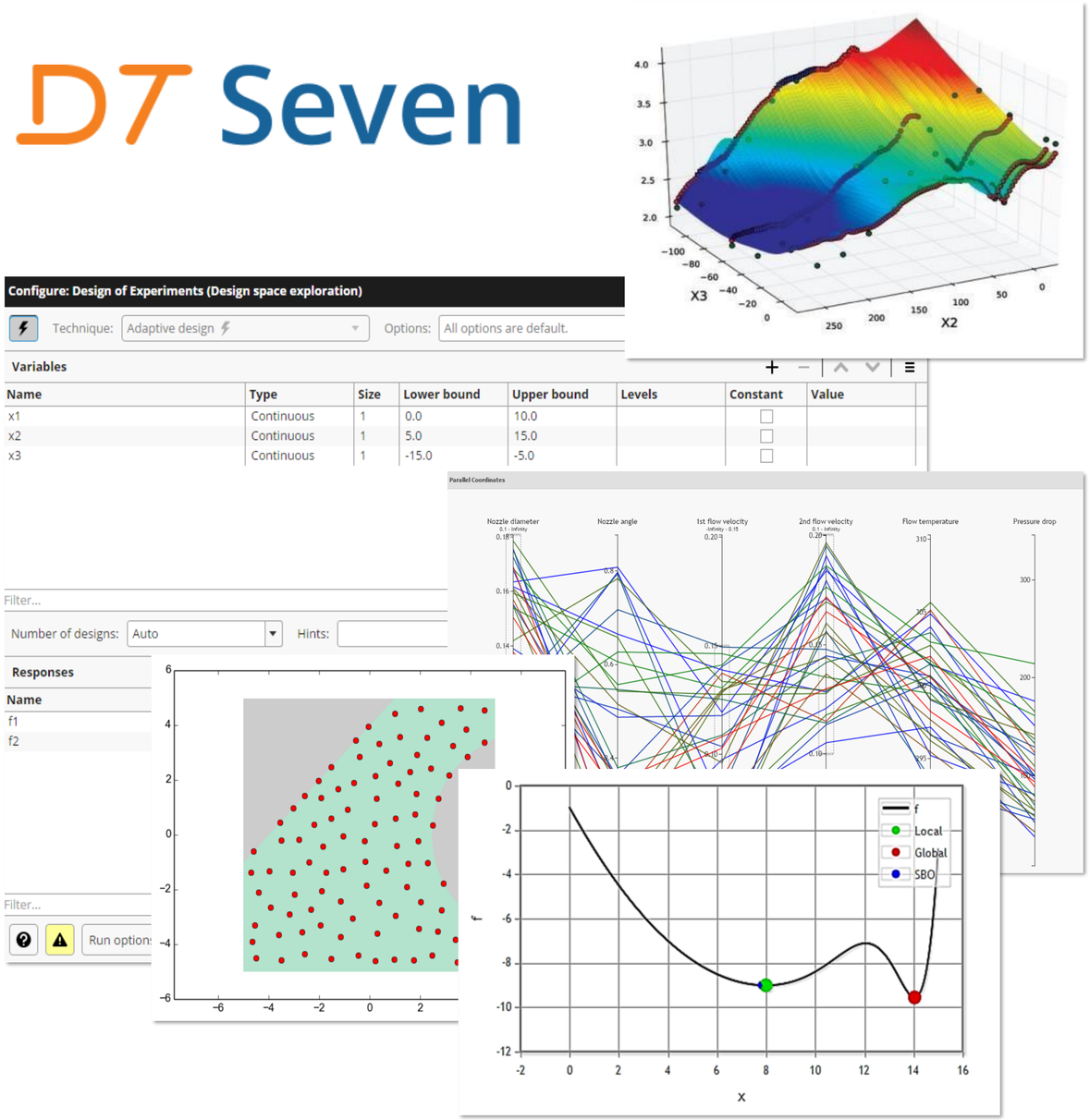
DT Seven позволяет даже неспециалистам в области математики **решать** сложнейшие инженерные задачи и **находить** оптимальные конструкторские решения

Платформа DT Seven является **полностью российской разработкой** и включена в единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных (**реестр отечественного ПО**)

Большое число **внедрений в России** (ОКБМ Африкантов, НИКИЭТ, ОКБ Гидропресс, ЦАГИ, РКК «Энергия», Сатурн, Туполев и др.) и **за рубежом** (Airbus, Toyota, Orano, Decathlon, Halliburton и др.)

Поддерживается работа в средах **Linux и Windows**

DT Seven



КЭАС·ЦЕНТР

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (1/3)

Задача

- Увеличить коэффициент полезного действия (КПД) гребного винта на заданном режиме хода судна при строго фиксированных ограничениях

Сложности

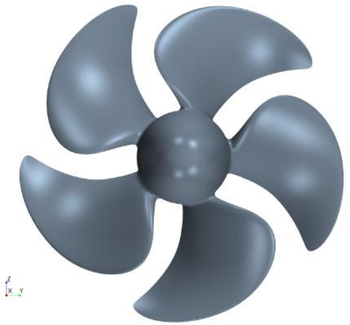
- Большое число параметров, описывающих лопасть гребного винта (более 100)
- Продолжительное время CFD расчёта в STAR-CCM+
- Необходимость интегрировать различные расчётные пакеты в единую цепочку

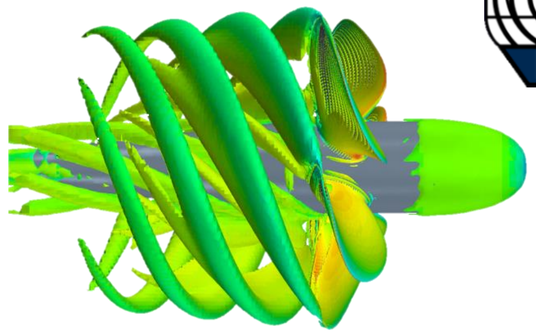
Решение

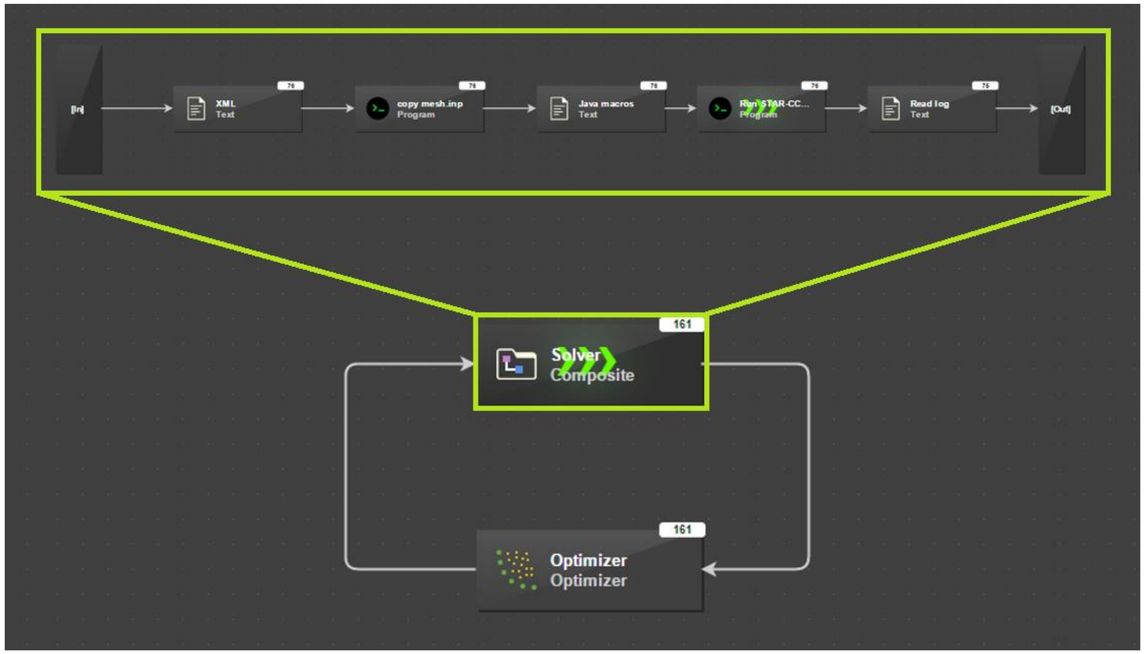
- Разработана специализированная программа для параметризации и построения геометрии винтов в ПО BladePlus (количество параметров сократилось до 23)
- Задача однокритериальной оптимизации с ограничениями и интеграции различных пакетов была решена в DT Seven

Результат

- В результате оптимизации КПД увеличен на +1.5%







КЭАС·ЦЕНТР

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (2/3)

Цель

- Найти **эффективную конструкцию** теплообменника с учетом:
  - Максимальной температуры
  - Силы сопротивления потока
  - Изменения температуры

Задача

- **Оптимизация охлаждения** IGBT платы DT Seven + FloEFD

Сложности

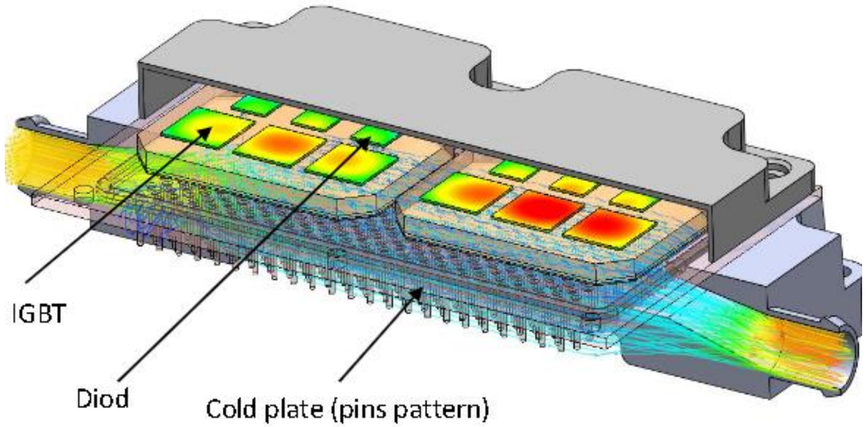
- 10 параметров, 3 целевых функции

Решение

- В DT Seven построена аппроксимационная модель и проведен анализ ее поведения, решена задача оптимизации
- Вычисления проводились с подключением кластерной системы

Результаты

- Построена аппроксимационная модель охлаждения платы для различных геометрий и условий на входе. Выполнено ранжирование и определены наиболее критичные параметры
- Проблема оптимизации эффективности охлаждения решена за 120 вычислений. Определена граница Парето и «оптимальная» конфигурация



Parameter	Desc
a	Pin cross section width, mm
b	Pin cross section height, mm
c	Pin cone angle, deg.
d	Pins distance in a row, mm
h	Distance between rows, mm
s	Shift between rows, mm
flowrate	Inlet flow rate, l/min
flowtemp	Inlet flow temperature, C
diod power	Diod heat rate, W
IGBT power	IGBT heat rate, W

Function	Desc
Max T	Maximum temperature at IGBT, C
Max dT	Temperature variation, relative to mean
Drag	Fan power characteristics, Pa m3/s

КЭАС·ЦЕНТР

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (3/3)

Задача

- Повысить эффективность насоса при соблюдении предела падения давления

Сложности

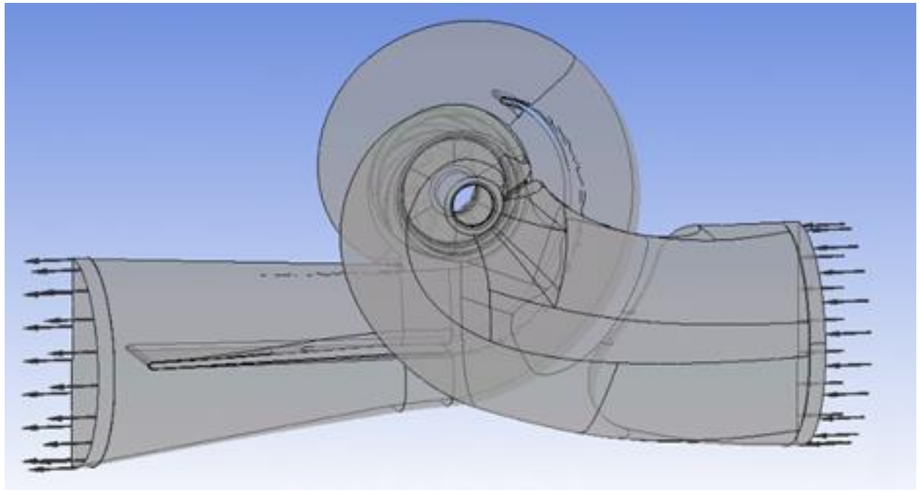
- 12 геометрических параметров с широкими диапазонами варьирования с использованием CFTurbo и ANSYS DesignModeler
- Время на одно моделирование CFD в ANSYS CFX — 5 часов на 8 ядрах

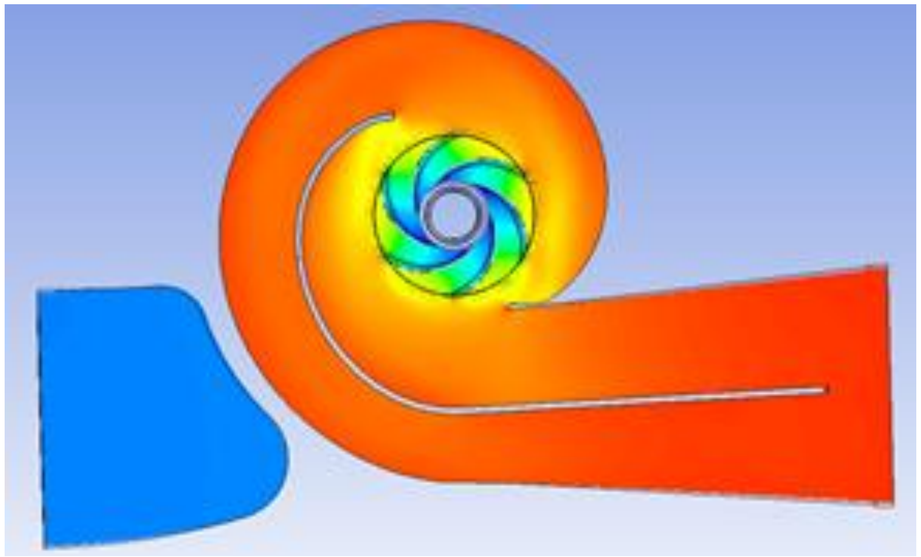
Решение

- Из-за длительного времени расчёта использовалась суррогатная оптимизация с бюджетом 180 расчётов

Результат

- Эффективность увеличена на 1.6 % при сохранении уровня падения давления





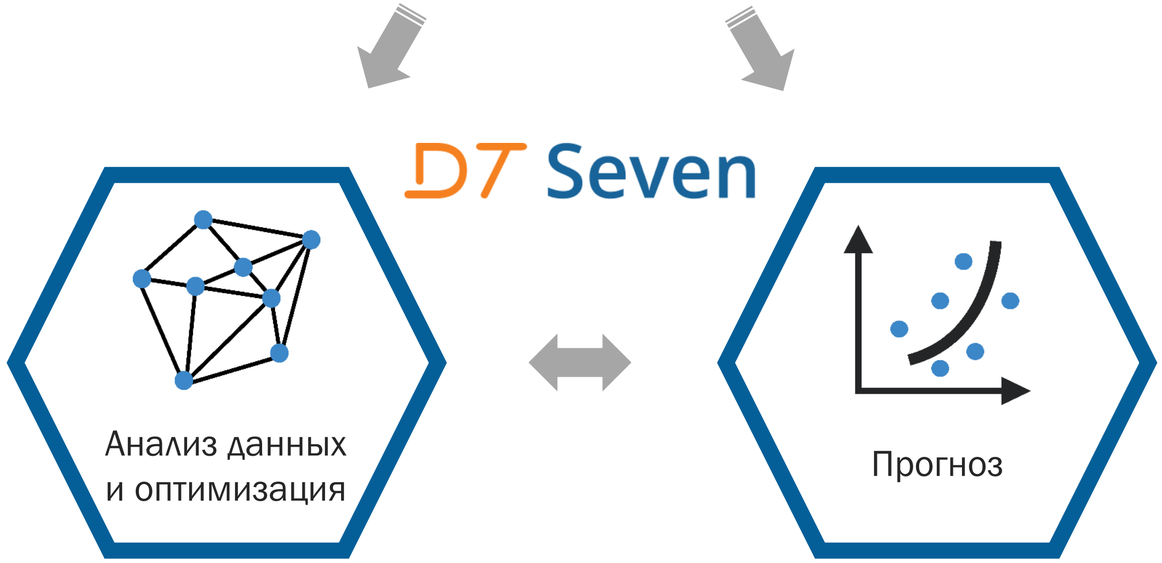
КЭЛС·ЦЕНТР

ВОЗМОЖНОСТИ DT SEVEN

- **Автоматизация расчётов**
  - Построение расчётных схем из простых и понятных блоков и связей
  - Создание многодисциплинарных моделей
  - Визуальное представление сложных процессов
  - Контроль за исполнением расчётов

- **Интеграция с инженерным ПО и другими источниками данных**
  - Простая интеграция с широко известными CAD/CAE пакетами
  - Подключение некоммерческого ПО

- **Анализ данных и оптимизация**
  - Исследование вариантов проектных решений и поиск компромиссов
  - Обнаружение узких мест и определение целей оптимизации
  - Поиск оптимальных параметров конструкции с помощью «умных» техник и алгоритмов
  - Анализ чувствительности и неопределенностей
  - Генерация отчетов, графиков и наборов данных по результатам расчётов

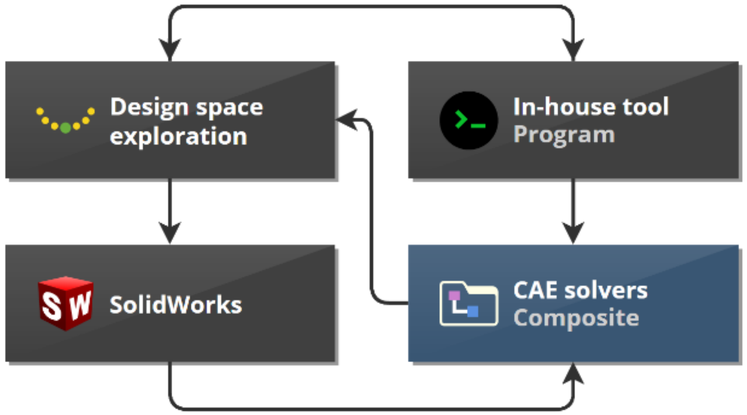


- **Создание предиктивных моделей**
  - На основе расчётных, экспериментальных и эксплуатационных данных
  - Использование статистики и машинного обучения
  - Формирование логических выводов и прогнозов на основании доступных данных

КЭАС·ЦЕНТР

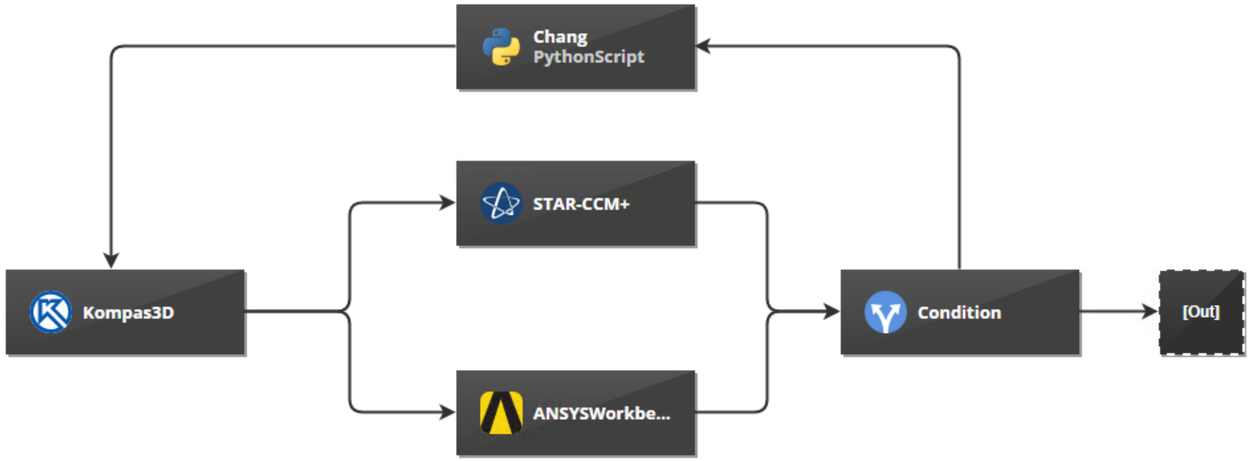
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЁТОВ

Задача: требуется выполнять серии связанных расчётов с использованием нескольких расчётных систем и передачей данных между ними



DT Seven позволяет визуально представить вычислительный алгоритм любой сложности в виде расчётной схемы – последовательности действий с определенным порядком выполнения и условиями – и затем полностью автоматизировать её выполнение

Расчётная схема состоит из блоков, связей и настроек и дает визуальное представление сложных процессов



DT Seven позволяет интегрировать в единую расчётную схему CAD/CAE пакеты, любые другие программы, встроенные алгоритмы оптимизации и анализа для решения исследовательских задач и сложных задач многодисциплинарной оптимизации

КЭАС·ЦЕНТР

ИНТЕГРАЦИЯ ВНЕШНЕГО ПО

DT Seven поддерживает прямую интеграцию с большинством известных CAD/CAE систем и другим ПО, используемым при проектировании:

- CATIA
- PTC CREO
- Siemens NX
- SolidEdge
- SolidWorks
- КОМПАС-3D
- T-FLEX CAD
- ANSA
- ANSYS Workbench
- FloEFD
- SimulationX
- STAR-CCM+
- CADFlo
- ЛОГОС
- MS Excel
- FMI models
- SimInTech

Возможно подключение и запуск любых программ, работающих через командную строку: отраслевых и собственных расчётных кодов, утилит, конвертеров и другого специализированного ПО, в том числе коммерческих систем, таких как Fidesys, FlowVision и др.

Возможна разработка дополнительных специализированных коннекторов для коммерческого и некоммерческого ПО

Прямая интеграция с CAD-системами:

Прямая интеграция с CAE-системами:

Интеграция инженерного ПО:

Подключение любых программ через командную строку:

КЭАС·ЦЕНТР

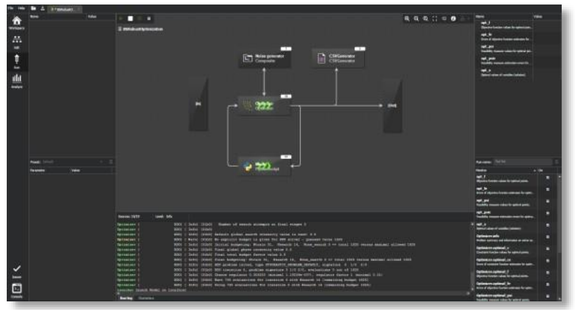
УДАЛЕННЫЙ ЗАПУСК И ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ РАСЧЁТЫ

DT Seven позволяет удаленно запускать из расчётной схемы CAD/CAE пакеты при помощи:

- DT Seven Agent для удаленного запуска на рабочих станциях под управлением Windows и Linux
- Удаленного запуска на рабочих станциях Linux с SSH-соединением
- Прямых интерфейсов к системам управления очередями кластеров Slurm, LSF и Torque

Возможности инструментов для удаленного запуска и HPC в DT Seven:

- Легкая обработка пакетного ввода (списка параметров)
- Встроенная поддержка параллельных вычислений
- Автоматическая синхронизация данных (управление файлами)
- Автоматическая перестройка моделей в блоках интеграции CAD/CAE

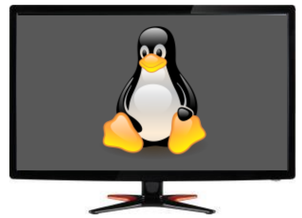


Запуск расчётной схемы

DT Seven Agent

Windows / Linux

SSH



Linux

Slurm, LSF, Torque

HPC server

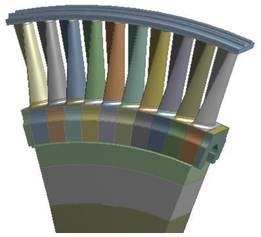
КЭАС·ЦЕНТР

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ

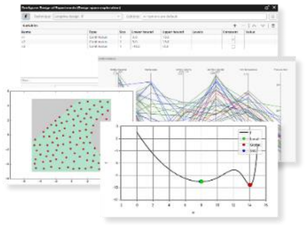
Задача 1: выбрать рациональный (оптимальный) вариант конструкции по одному или нескольким параметрам

Задача 2: исследовать поведение модели в различных условиях

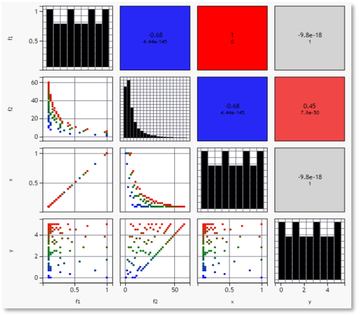
- Инструменты DT Seven позволяют:
  - Исследовать множество вариантов проектных решений
  - Находить компромиссные решения
  - Проверять надежность моделей
  - Обнаруживать узкие места
  - Ставить цели в цифрах



Создайте параметризованную модель



Примените методы оптимизации



Принимайте обоснованные решения

- Возможности оптимизации в DT Seven
  - Одно- и многокритериальная робастная оптимизация
  - Задачи высокой размерности (до 100 параметров) и значительного расчётного времени
  - Уникальные и общепризнанные методы и алгоритмы оптимизации
  - Расчётные модели могут иметь различные особенности:
    - Непрерывные и целочисленные входные параметры
    - Нелинейные, многоэкстремальные или зашумленные целевые функции и ограничения
    - Наличие неявных ограничений и неадекватного поведения модели
  - Анализ чувствительности и неопределенностей

- Основные классы методов оптимизации:
  - Многокритериальные
  - Безградиентные
  - Градиентные
  - Оптимизация на основе метамоделей
  - Робастная оптимизация

КЭАС·ЦЕНТР

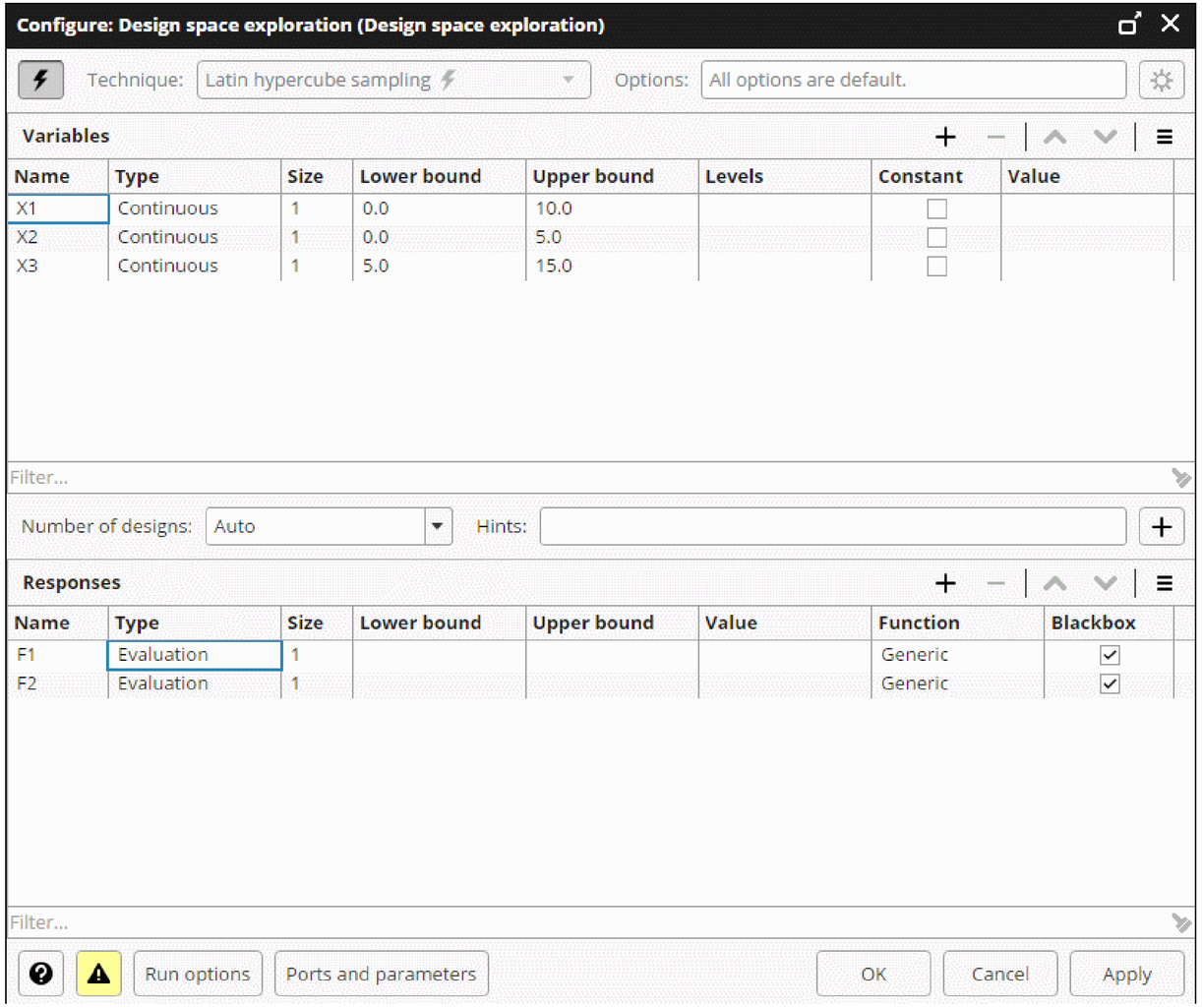
SMARTSELECTION – УМНЫЙ ВЫБОР АЛГОРИТМОВ

DT Seven не требует от пользователя глубоких знаний методов оптимизации и настроек внутренних параметров

Технология SmartSelection проводит автоматический и адаптивный выбор наилучшей техники в зависимости от конкретной задачи и данных

Для ее использования пользователю достаточно описать наборы входных (варьируемых) и выходных (оптимизируемых) параметров

Результат – высокая точность и снижение бюджета вычислений



КЭАС·ЦЕНТР

ПРЕДИКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

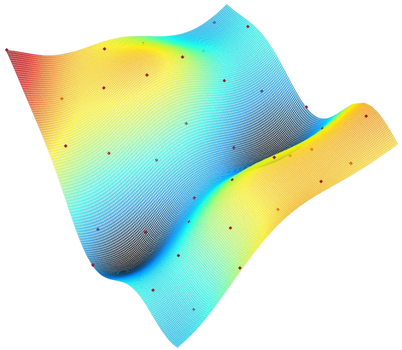
Задача 1: есть вычислительно тяжёлая модель, можно на основе ограниченного количества точек построить модель пониженного порядка → значительное сокращение времени расчётов при приемлемой точности

Задача 2: есть результаты экспериментов или данные с реального объекта, можно на их основе построить суррогатную модель с приемлемой точностью → наличие вычислительной модели

Предиктивное моделирование помогает инженерам отвечать на следующие вопросы:

- Как изделие поведет себя в различных условиях?
- Как обрабатывать данные экспериментов и численного моделирования совместно?
- Как использовать большие наборы данных и численные модели быстрее?

В предиктивном моделировании используются статистические методы и машинное обучение для прогнозирования результатов событий, характеристик изделий и т.д.

x →  → y

Задайте входные параметры

Постройте предиктивную модель

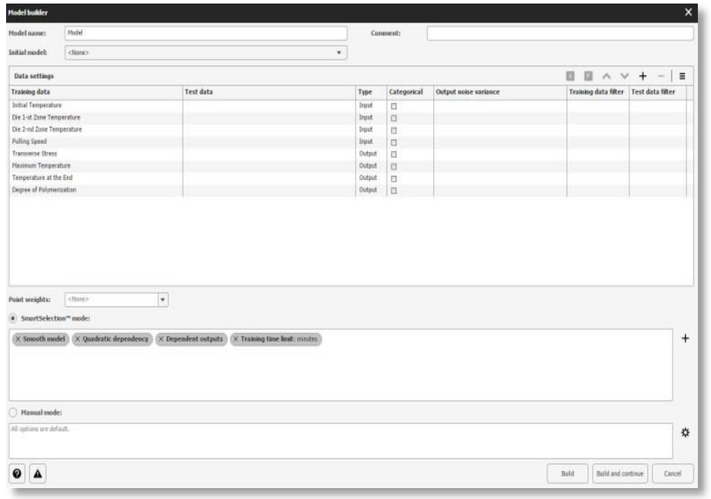
Получите прогнозы выходных параметров

КЭАС·ЦЕНТР

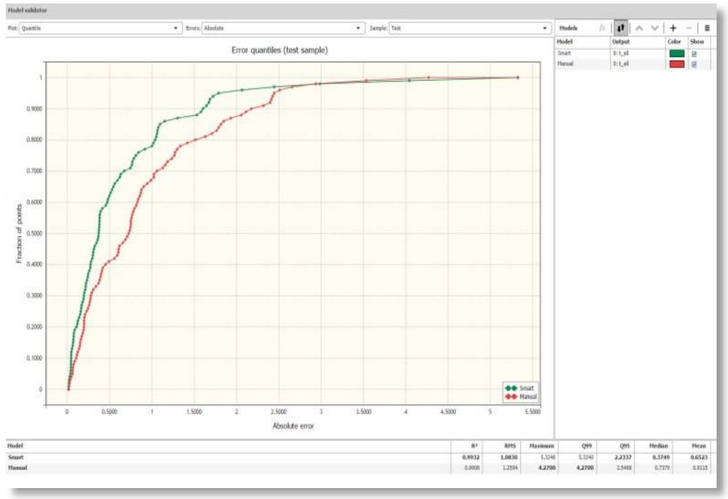
ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРЕДИКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ В DT SEVEN

DT Seven включает в себя набор инструментов для построения и управления предиктивными моделями, который позволяет:

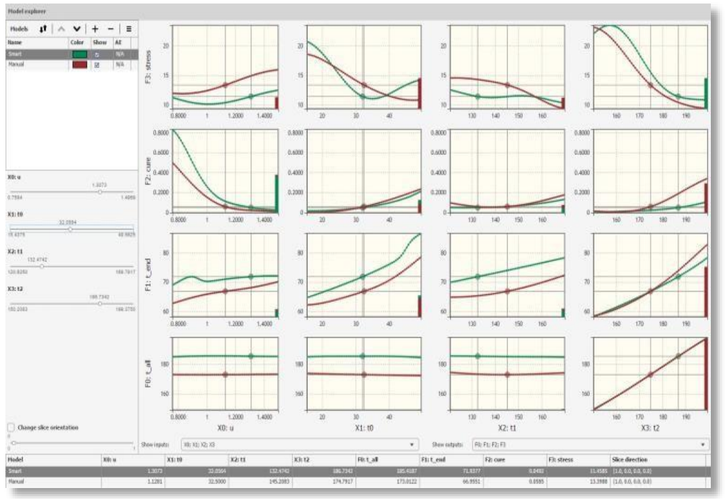
- Строить быстрые и точные предиктивные модели с автоматическим выбором техники построения
- Оценивать качество моделей, сравнивать их с исходными данными и между собой для поиска наилучшей модели
- Исследовать поведение многомерных моделей и изучать зависимости входных и выходных параметров
- Экспортировать модели в код C, формат исполняемых файлов, Matlab/Octave, Excel и FMI



Model Builder



Model Validator



Model Explorer

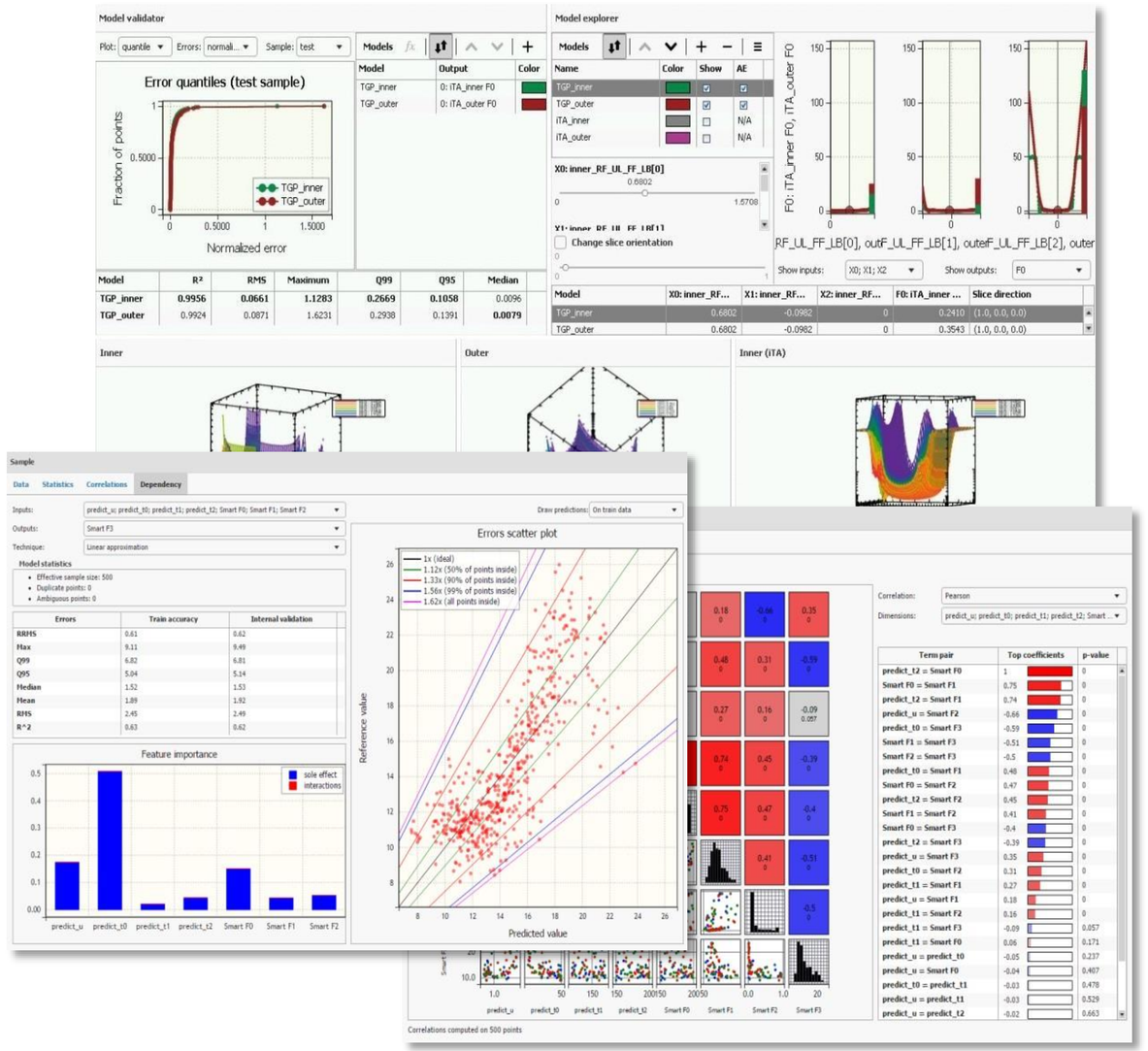
КЭАС·ЦЕНТР

ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ

Задача: требуется провести анализ результатов моделирования, исследовать поведение моделей

DT Seven предоставляет необходимый набор интерактивных инструментов для анализа и обработки данных, а также исследования моделей:

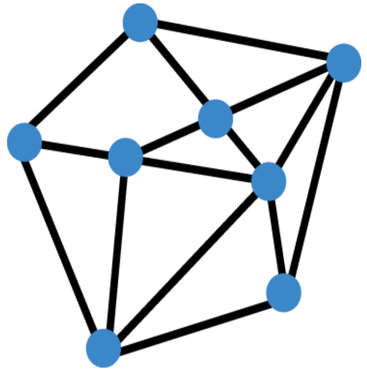
- Визуализация результатов при помощи набора интерактивных и настраиваемых инструментов:
  - 2D/3D графики
  - Столбчатые диаграммы
  - Гистограммы
  - Параллельные координаты
  - Таблицы
  - Статистики
  - Графики зависимостей
  - Корреляционные таблицы
- Повторное использование настроек визуализации



КЭАС·ЦЕНТР

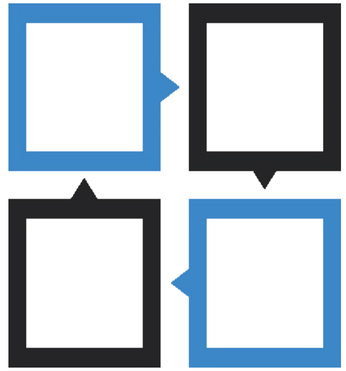
ПОЧЕМУ DT SEVEN?

DT Seven – это универсальный инструмент для решения инженерных задач:



Алгоритмы и техники с доказанной эффективностью

Технология SmartSelection для неспециалистов в математике



Мощная платформа для автоматизации процессов

КЭАС·ЦЕНТР

ЛИНЕЙКА ПРОДУКТОВ DT*

Десктоп приложение
Для решения локальных инженерных задач

Сокращение времени проектирования на 10%

Python библиотека
Для научных исследований и разработки ПО

Облачная платформа
Для инженерной автоматизации на уровне предприятия

Повышение производительности до 3 раз

DT Enterprise

DT Seven

DT Core

Алгоритмы

Машинное обучение и оптимизация

Совместная работа

Low-code автоматизация

Интеграция CAD/CAE и автоматизация

Диспетчеризация расчётов

+ Машинное обучение и оптимизация

Цифровые двойники

* DT Core, DT Seven и DT Enterprise (ранее – pSeven Core, pSeven и pSeven Enterprise)

КЭЛС·ЦЕНТР

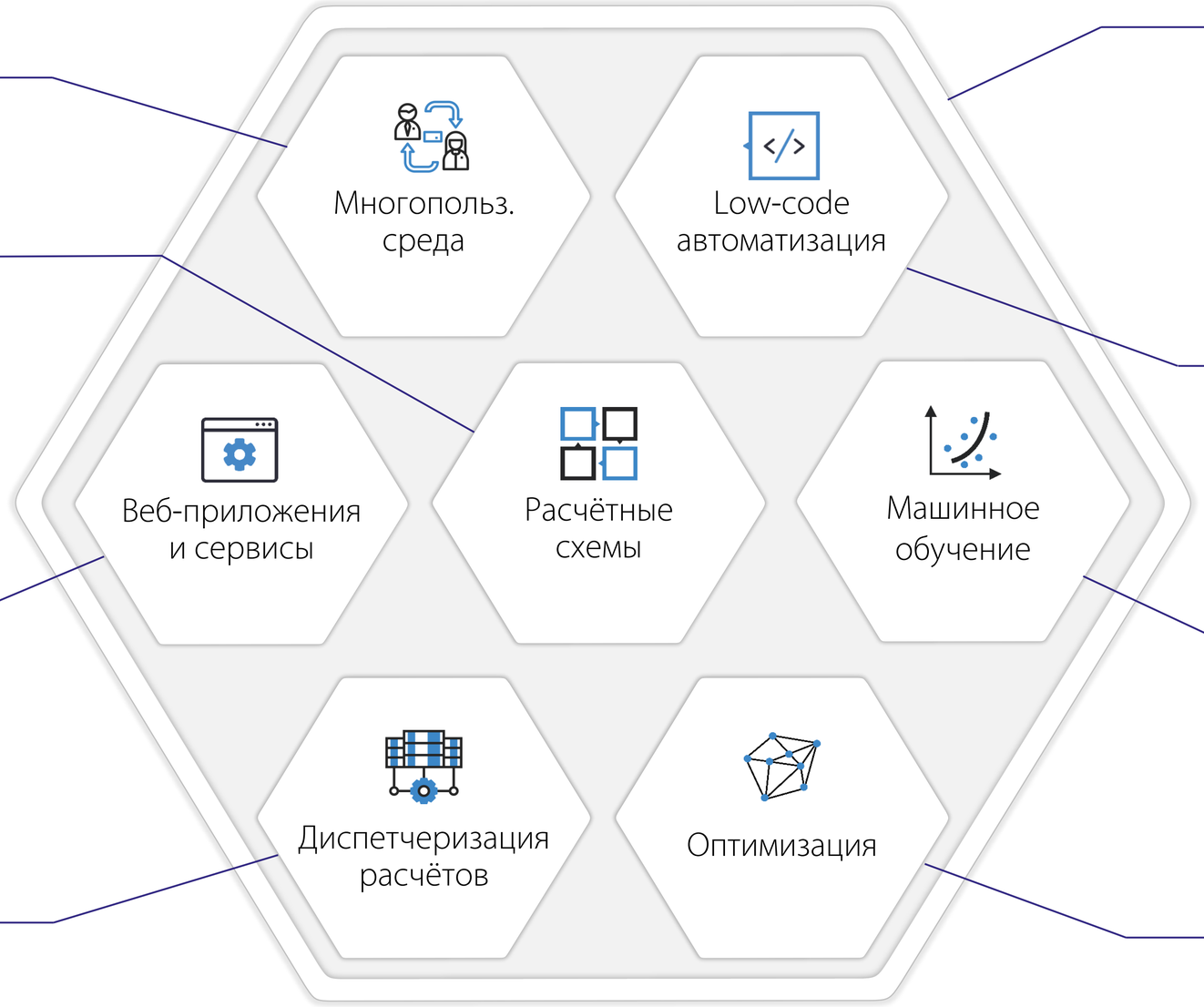
ВОЗМОЖНОСТИ DT ENTERPRISE (РАНЕЕ – PSEVEN ENTERPRISE)

Соавторство и совместная работа в облаке

Визуальное представление исполняемых процессов

Веб-приложения в несколько кликов

Запуск в распределенной гетерогенной среде



Облачная архитектура с открытым API

Интеграция внешнего ПО и автоматизация процессов

Построение и развертывание быстрых и точных ML моделей

Исследование, оптимизация и калибровка моделей

КЭЛС·ЦЕНТР

ВНЕДРЕНИЕ DT SEVEN

Пилотный проект (апробация на конкретной задаче)

1. Заказчик формирует постановку задачи и исходные данные
2. КЭЛС-центр предоставляет временную лицензию и проводит обучение
3. Заказчик решает задачу при технической поддержке КЭЛС-центра
4. Совместно оцениваем полученный результат

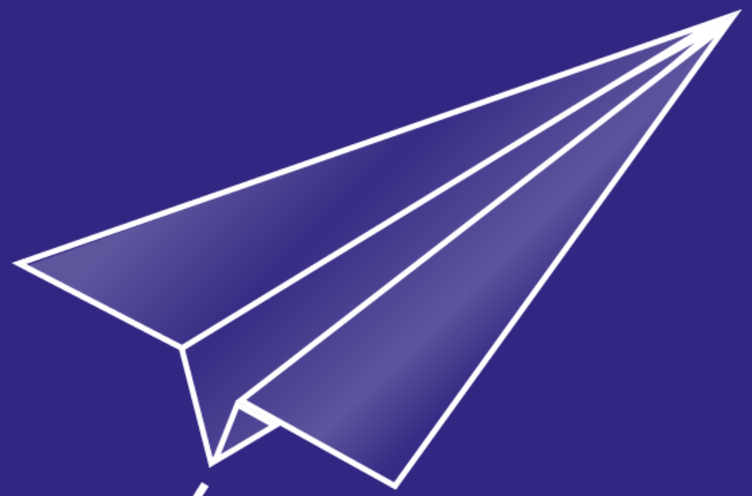
Внедрение

- Разработка проблемно-ориентированных решений
- Инжиниринг – выполнение расчётных исследований в интересах Заказчика
- Разработка интерфейсов к CAD/CAE-системам
- Разработка расчётных схем
- Интеграция с PDM/SPDM-системами Заказчика
- Проведение тренингов

КЭЛС·
ЦЕНТР

ХОТЕЛИ БЫ УБЕДИТЬСЯ В ВОЗМОЖНОСТЯХ DT SEVEN?

Пилотный проект DT Seven на ваших задачах



г. Москва, Дмитровское ш.,
д. 163Ак2, офис 4.15

Тел.: (499) 707-17-59
dt.calscenter.ru