

« В мире не происходит ничего, в чем бы не был виден
смысл какого-нибудь максимума или минимума»
Леонард Эйлер

Программный комплекс IOSO многопользовательского доступа к суперкомпьютерам для решения инженерных задач

Юрий Бабий
«СИГМА Технология»

babiy@iosotech.com

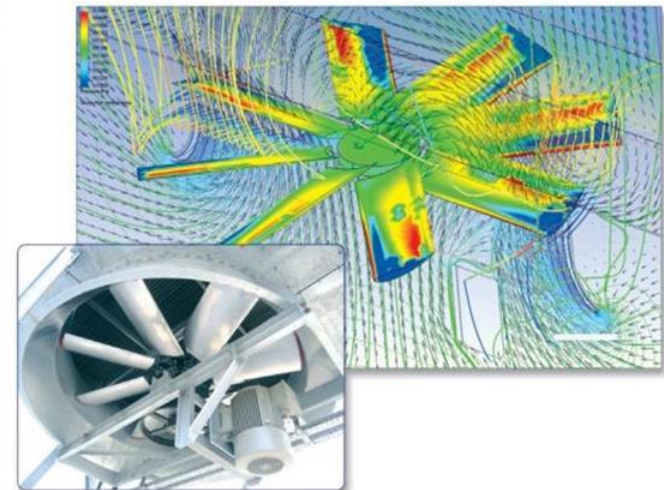
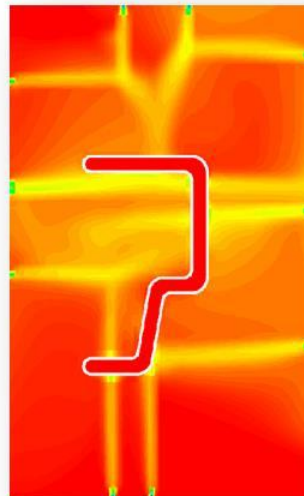
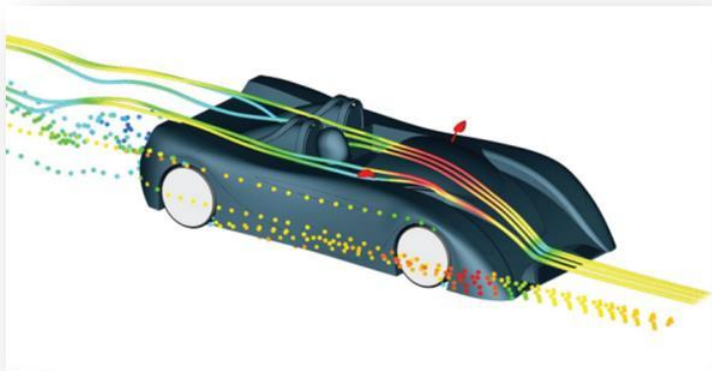
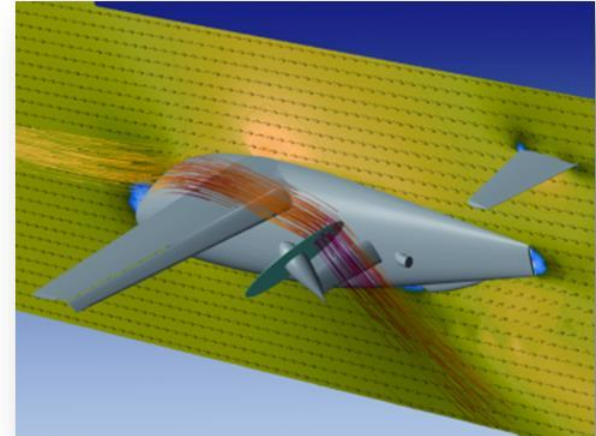
Проектирование

Использование САЕ обеспечивает:

- Снижение общей стоимости проектирования и производства

Использование САЕ+оптимизация:

- Создание конкурентоспособных образцов технической продукции
- Достижение максимально возможной эффективности объекта
- Автоматизацию процесса поиска наилучших решений



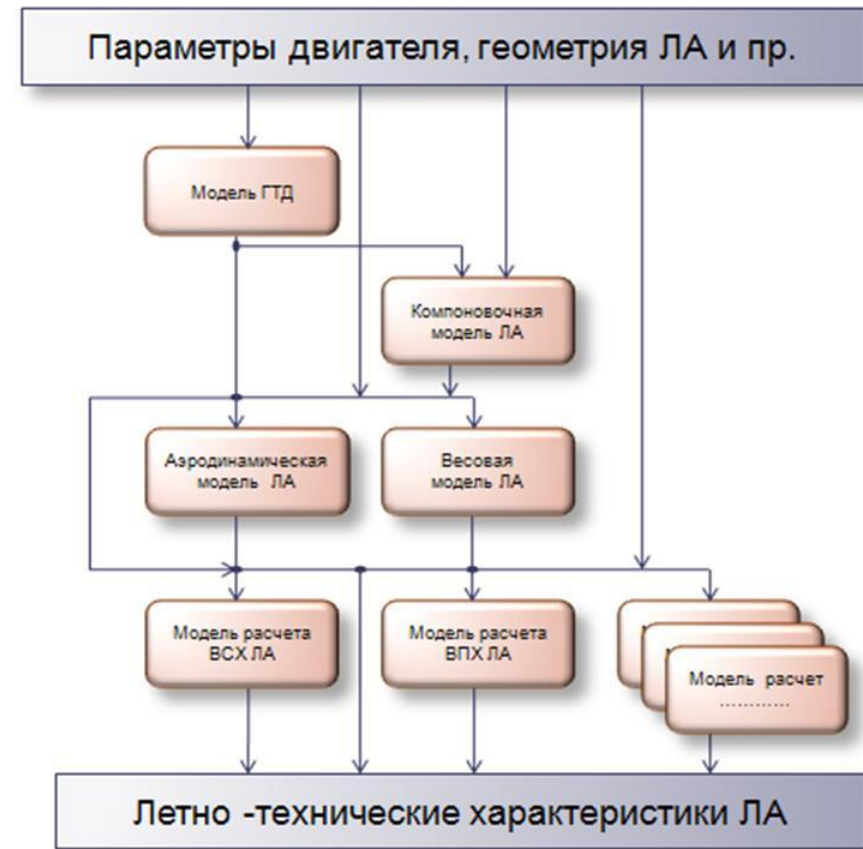
Этапы проектирования с использованием процедур оптимизации



Пример схем многодисциплинарных расчетов



С применением CAD/CAE



С применением обобщенных, регрессионных и др. моделей

Схема оптимизационных многодисциплинарных расчетов



IOSO software

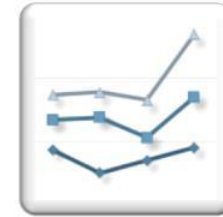
Основные функции



Интеграция



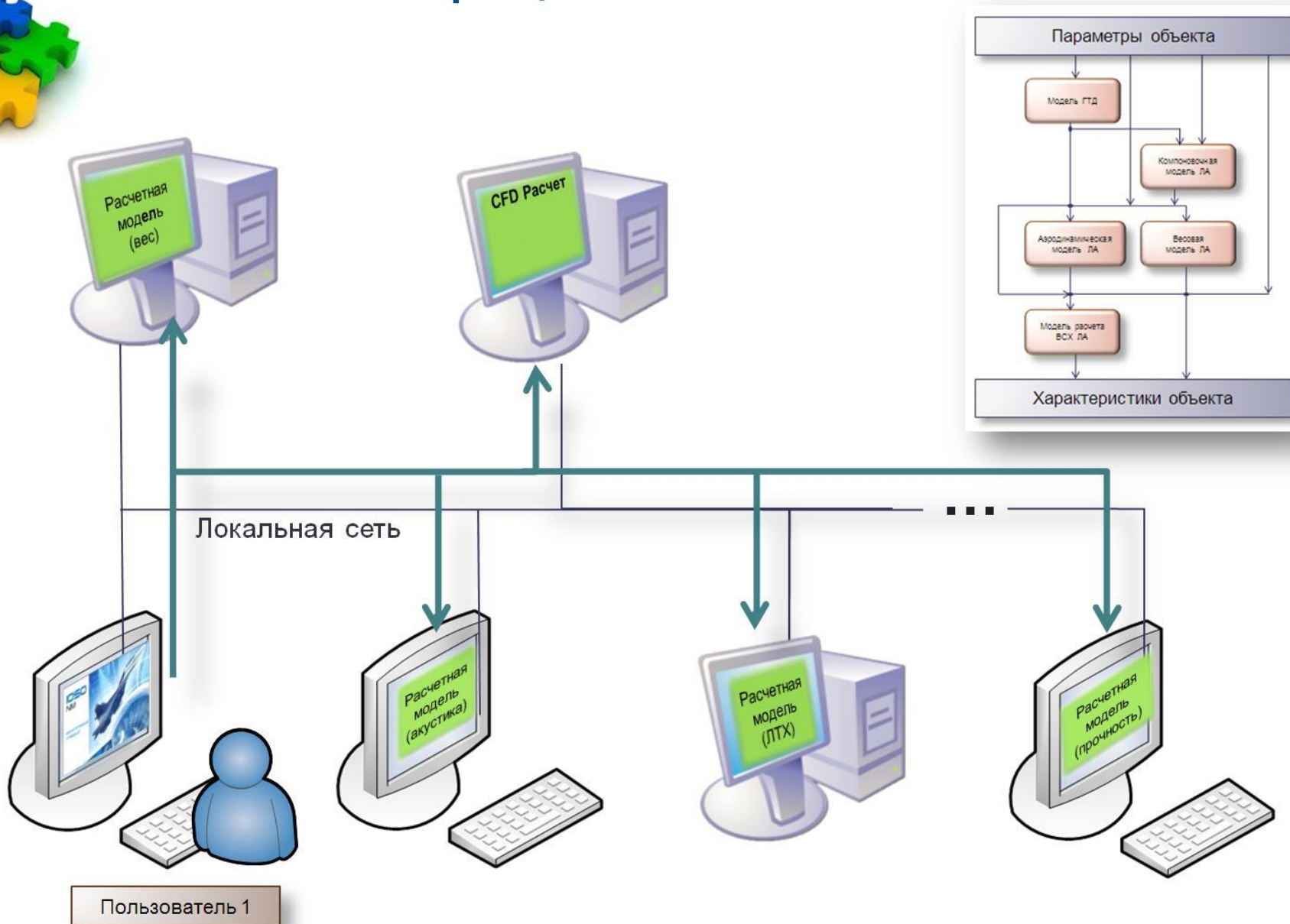
Вариантные и оптимизационные расчеты



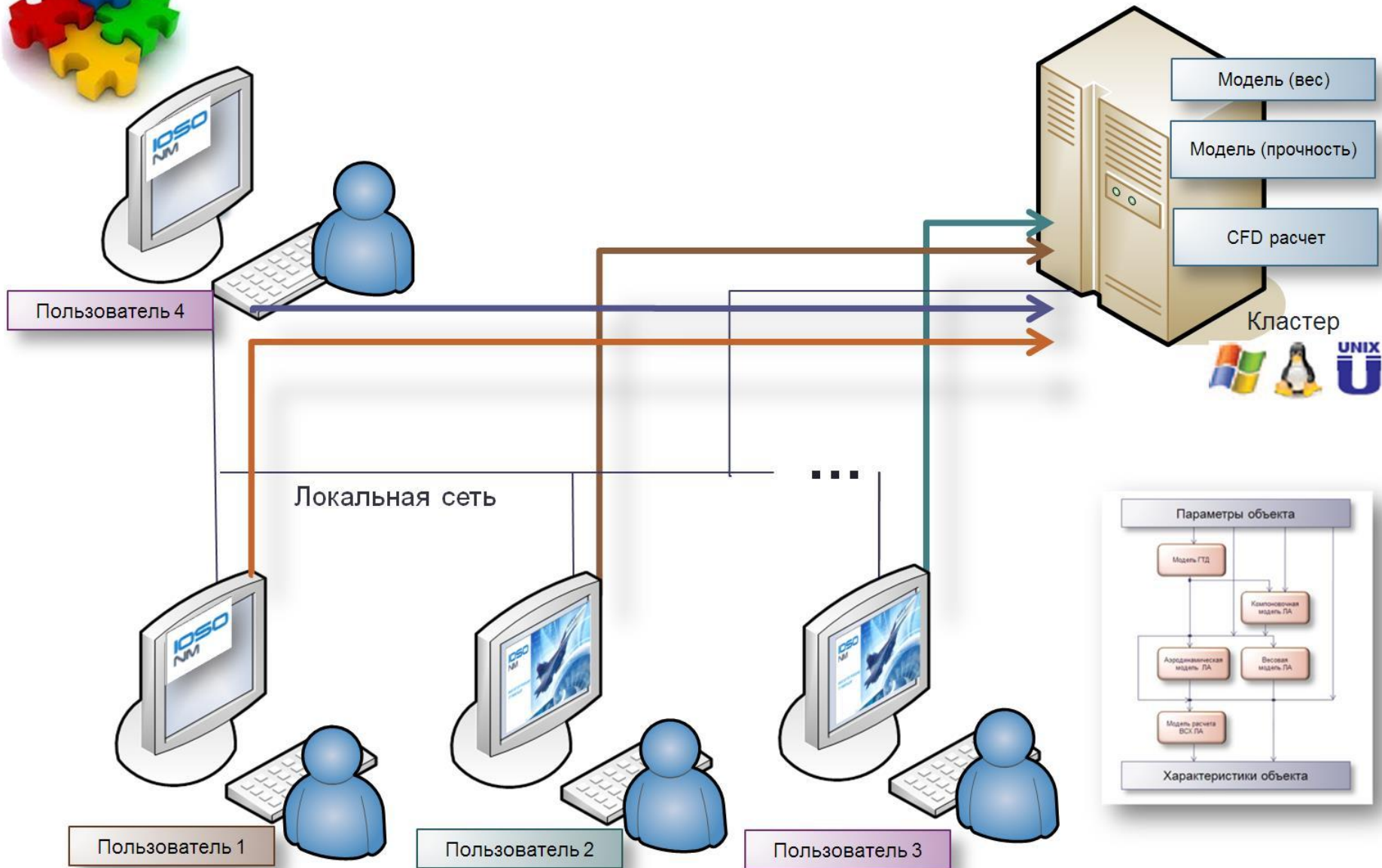
Обработка результатов



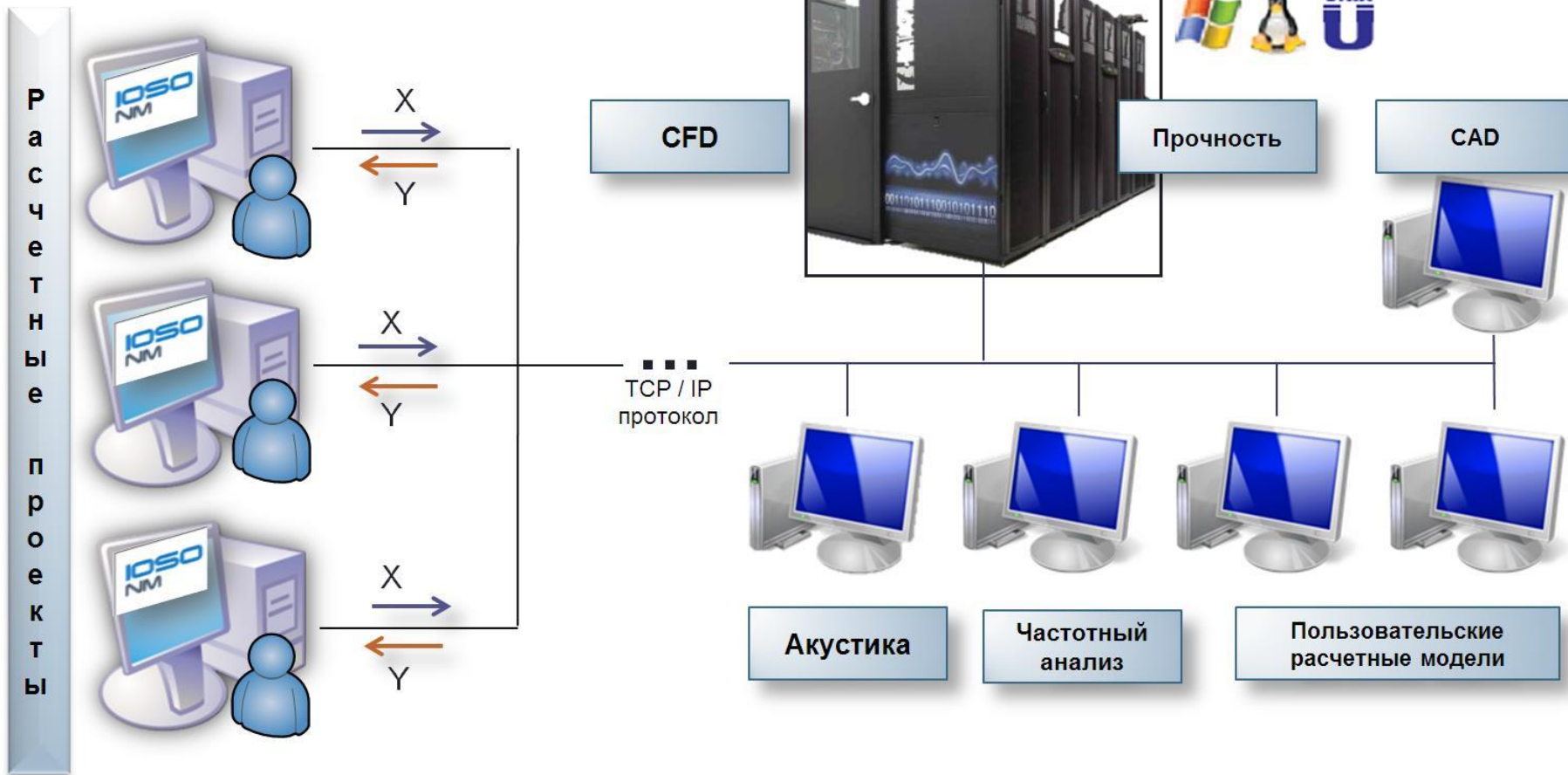
IOSO – интеграционные возможности



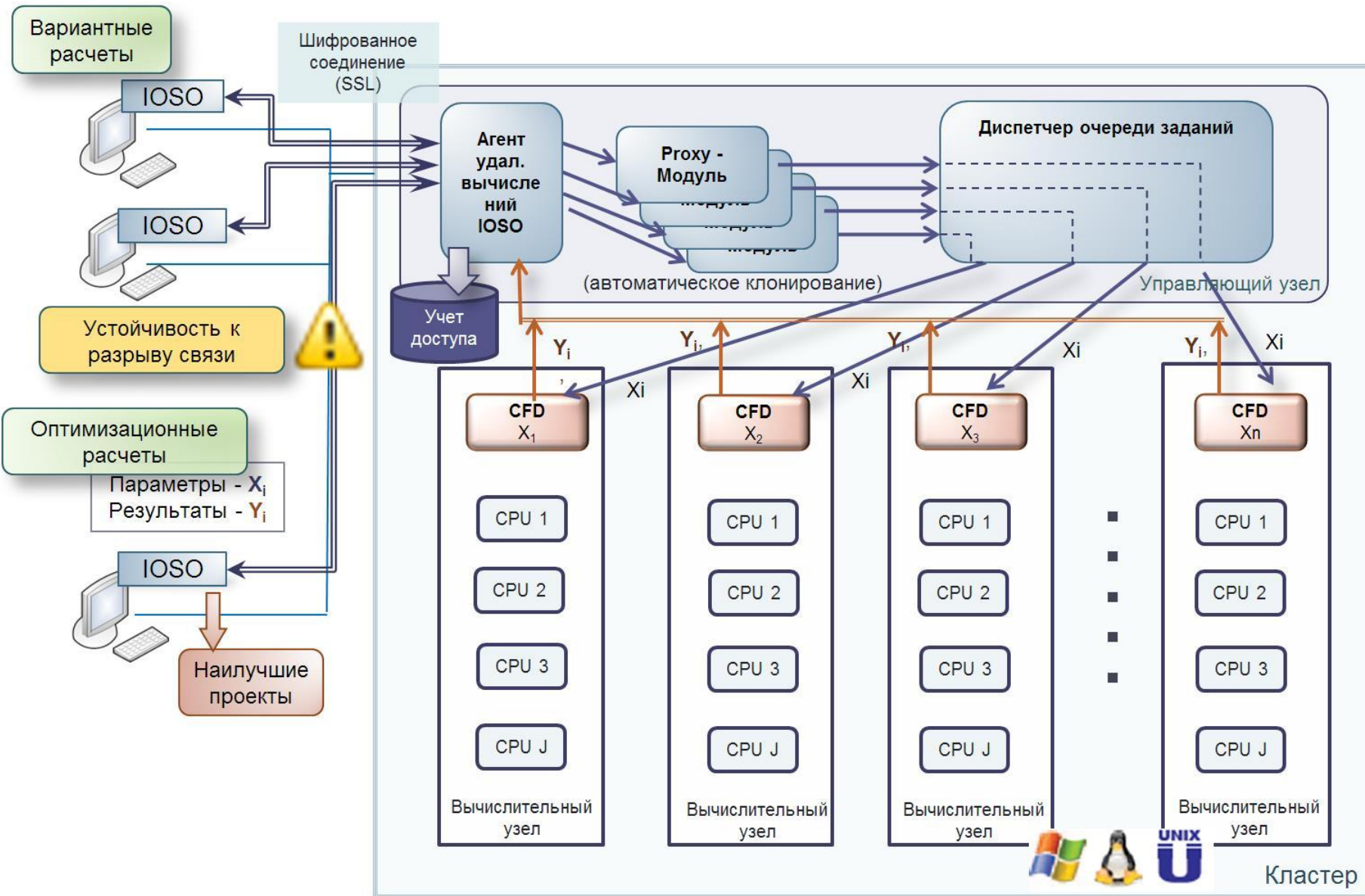
Многопользовательский доступа к суперЭВМ



IOSO – возможности использования смешанной вычислительной среды (вер.3)

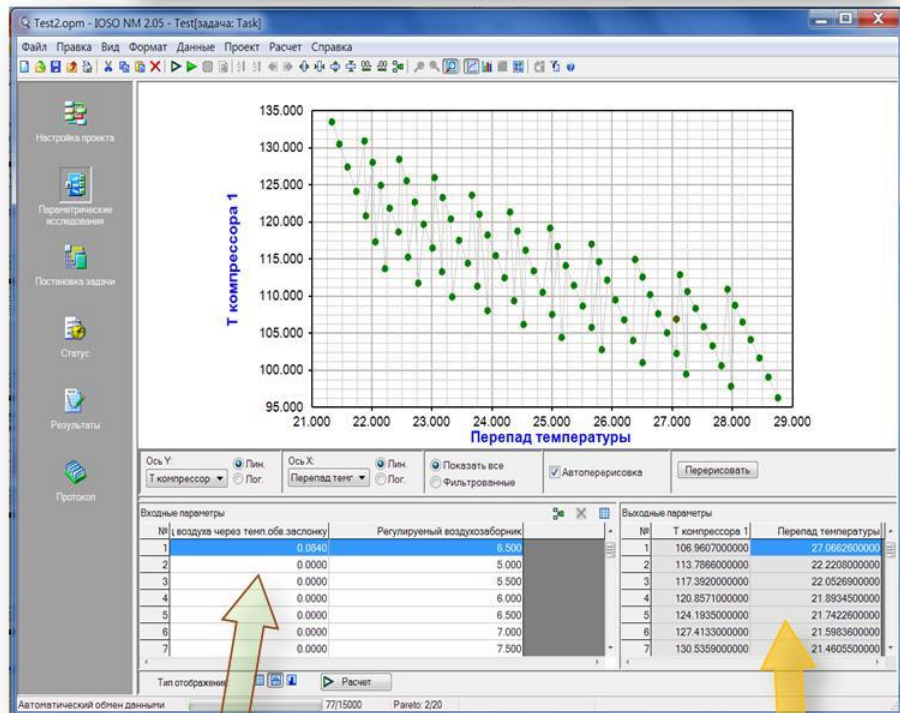


Организация многопользовательского доступа



Виды расчетов

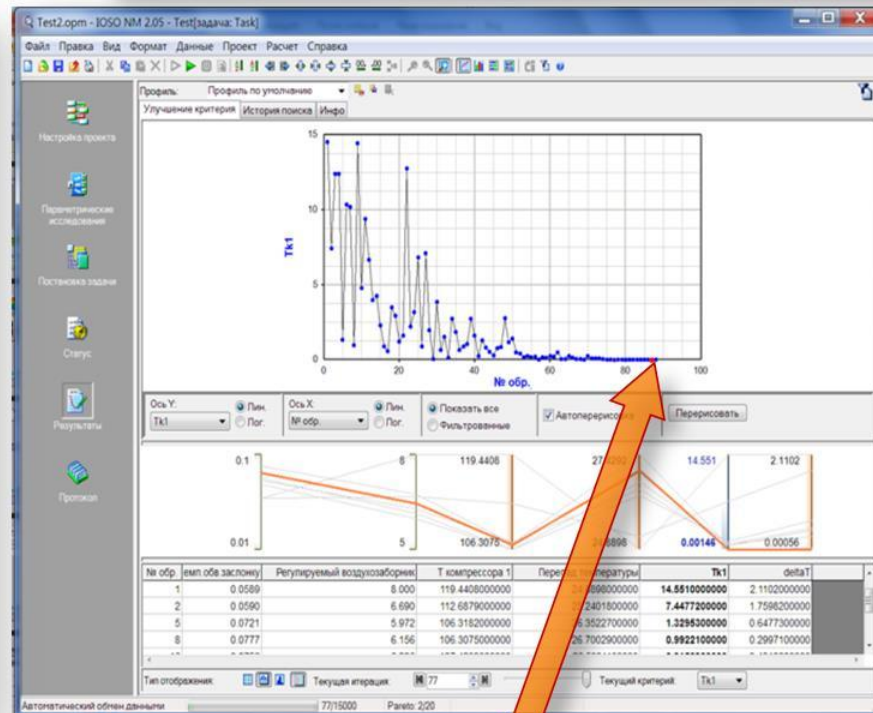
Параметрические исследования



Исходные данные

Результаты

Поиск оптимальных решений

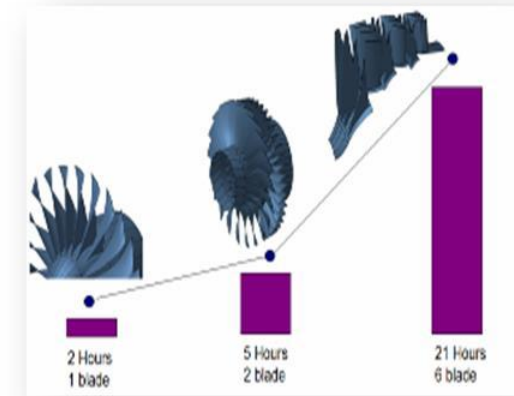


Наилучшее решение

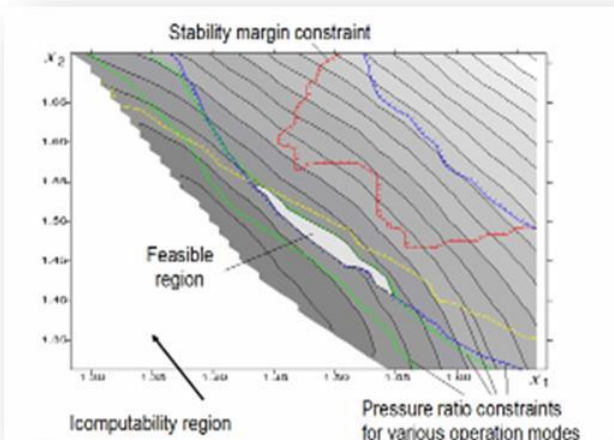
Графическое и табличное представление данных

Основные особенности моделирования сложных технических систем

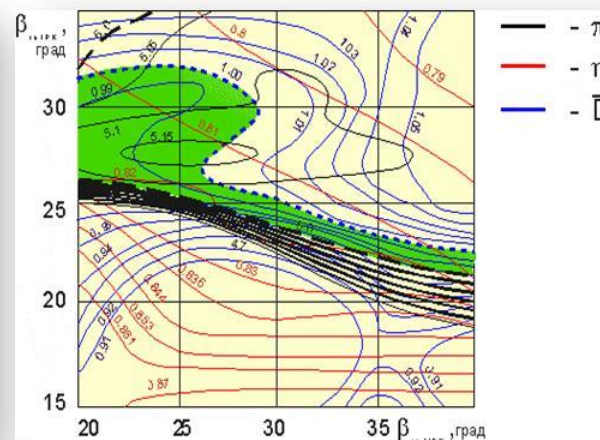
Моделирование сложных технических систем связано с решением задач большой размерности, сложной топологии, многоэкстремальностью целевой функции, наличием областей невычислимости и большим количеством ограничений.



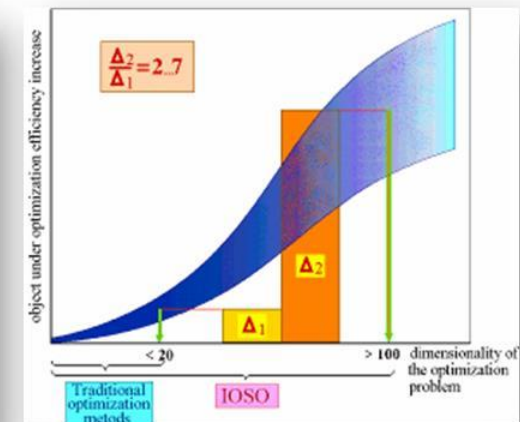
Большая время счета



Наличие невычислимости



Сложная топология,
наличие ограничений



Большая размерность

Особенности IOSO оптимизации

- высокая эффективность решения многокритериальных (до 20 критериев) **многопараметрических** (до 100 переменных, 100 ограничений) задач оптимизации;
- **простота использования** адаптивных процедур IOSO оптимизации и **отсутствие необходимости их настройки** - не требует от пользователей знаний в данной предметной области;
- **низкие временные затраты** на поиск решения (не высокое количество обращений);
- **устойчивость** к сложной топологии целевой функции (невычислимости, недифференцируемости);
- возможность **распараллеливания** процедур оптимизации, позволяющая значительно сокращать время решения «тяжелых» задач;
- удаленный доступ к вычислительным ресурсам

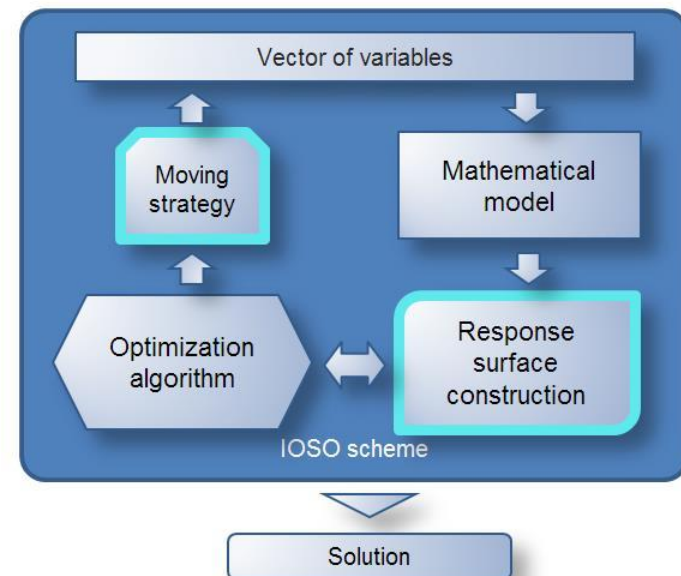
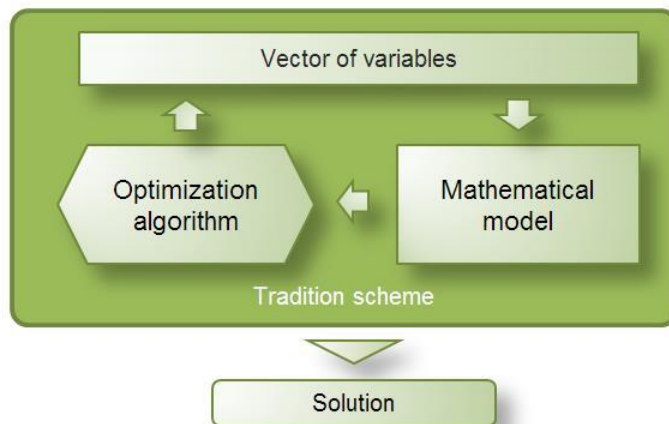


Особенности технологии оптимизации IOSO

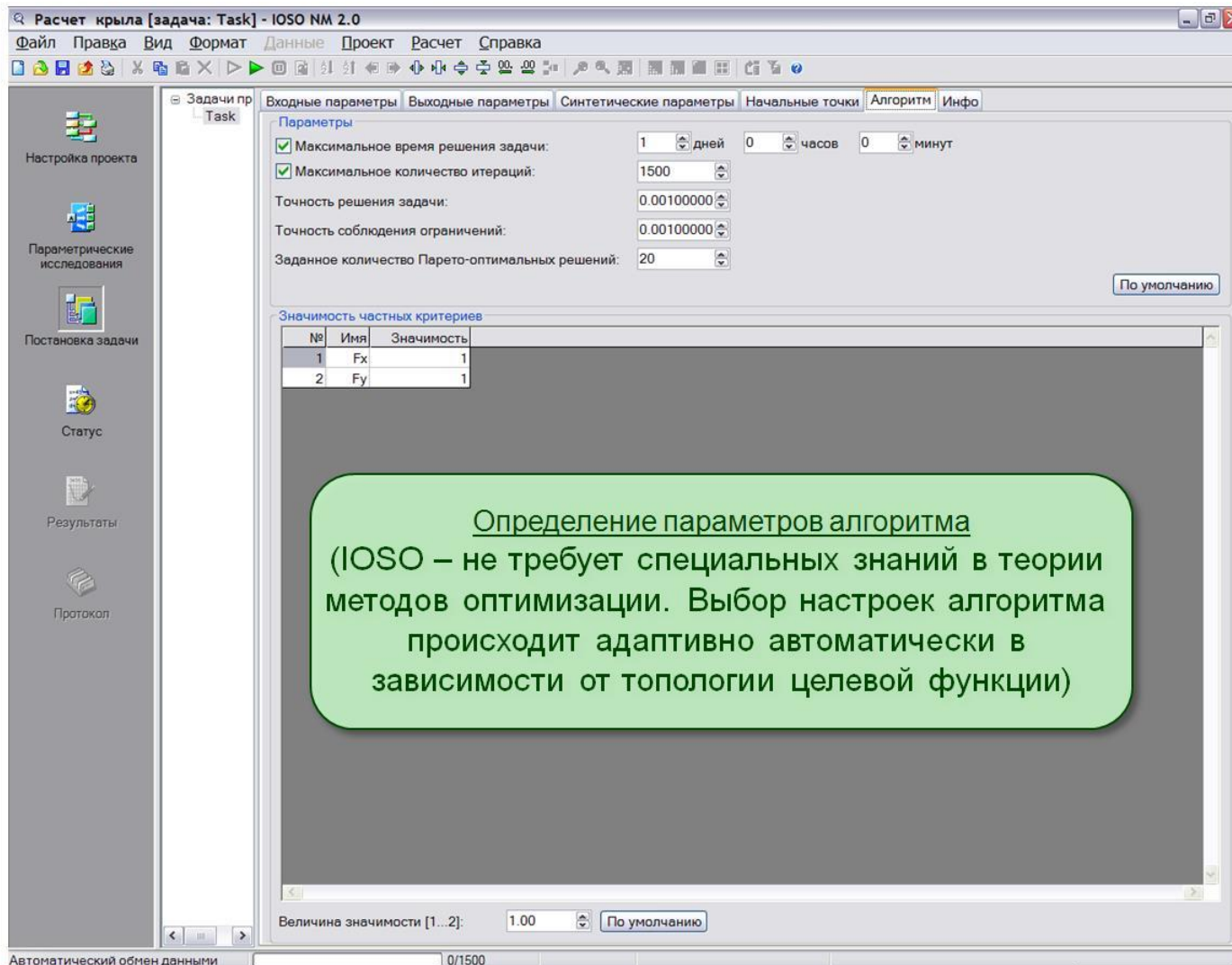
Основные особенности технологии в сравнении со стандартными схемами алгоритмов оптимизации. В основе IOSO технологии лежат следующие компоненты:

- построение на каждой итерации функции аппроксимации сложной структуры с использованием эволюционной (самоорганизующейся) процедуры для ее последующей оптимизации. Т.о., оптимизационные алгоритмы работают с функциями аппроксимации (метамоделями), что позволяет существенно сокращать количество обращений к мат. моделям и время решения задачи оптимизации.
- уникальная стратегия поиска (moving strategy) для автоматической адаптации структуры и параметров алгоритма оптимизации и изменения положения текущей локальной области поиска в направлении глобального экстремума. что позволяет достигать его с высокой степенью вероятности.

Таким образом, IOSO -устойчивая технология оптимизации, которая позволяет находить результат быстрее традиционных методов (до 10 раз).



Простота использования IOSO оптимизации



Расчет крыла [задача: Task] - IOSO NM 2.0

Файл Правка Вид Формат Данные Проект Расчет Справка

Задачи пр Task

Входные параметры Выходные параметры Синтетические параметры Начальные точки Алгоритм Инфо

Параметры

- Максимальное время решения задачи: 1 дней 0 часов 0 минут
- Максимальное количество итераций: 1500
- Точность решения задачи: 0.00100000
- Точность соблюдения ограничений: 0.00100000
- Заданное количество Парето-оптимальных решений: 20

По умолчанию

Значимость частных критериев

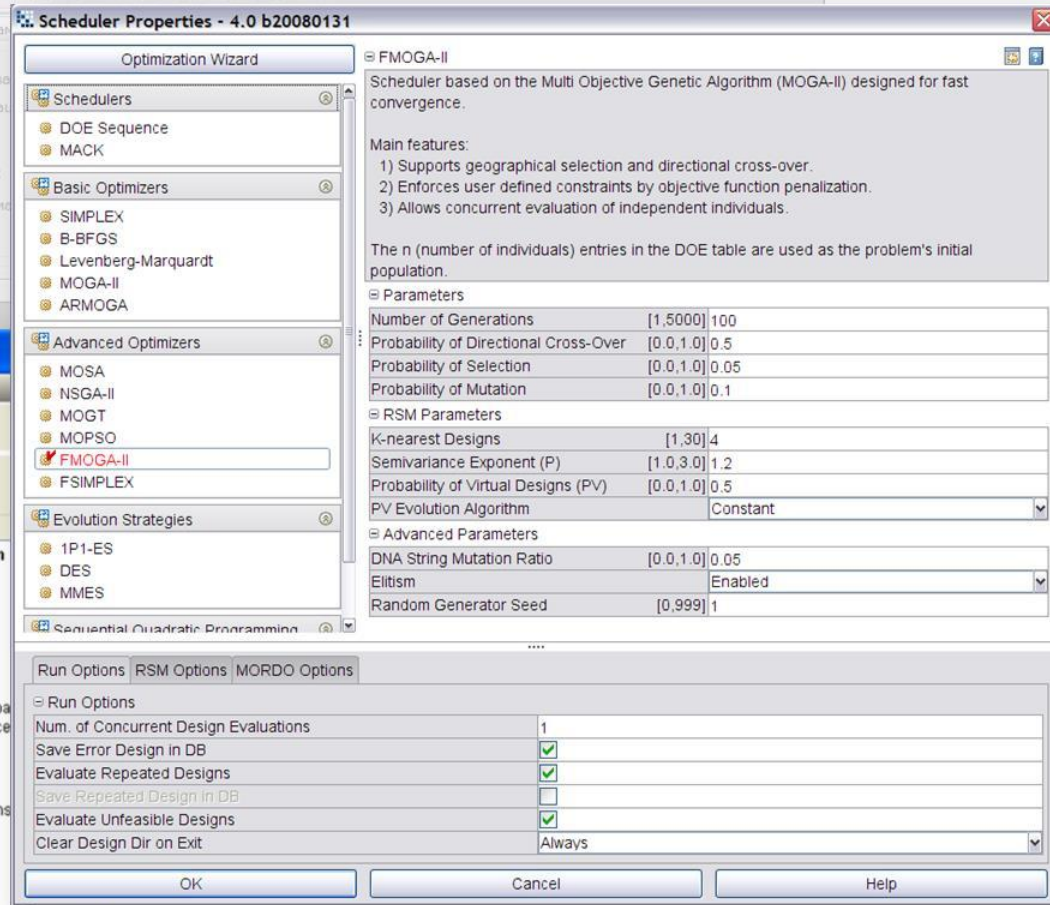
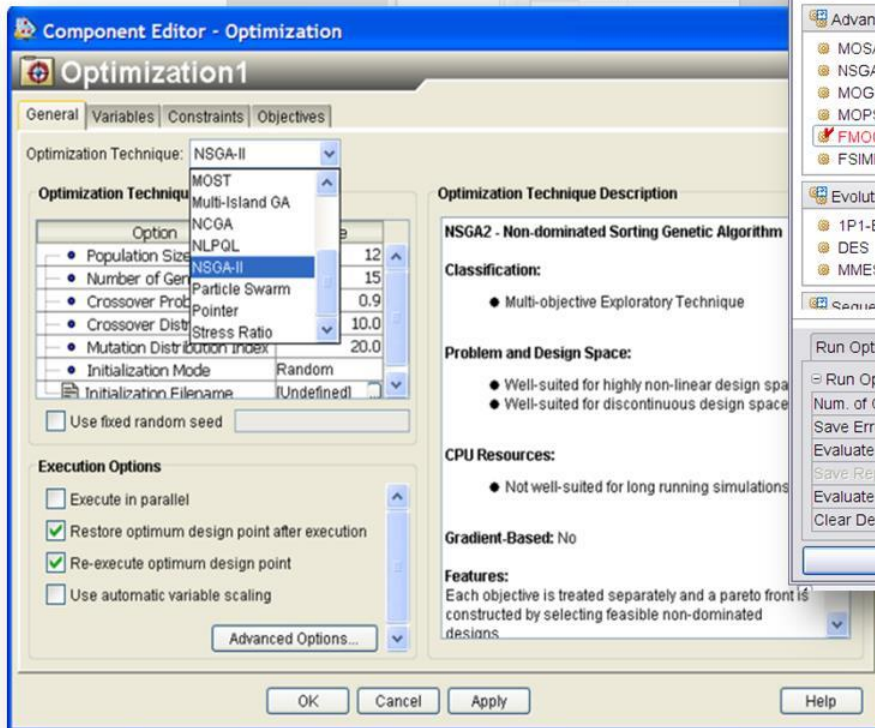
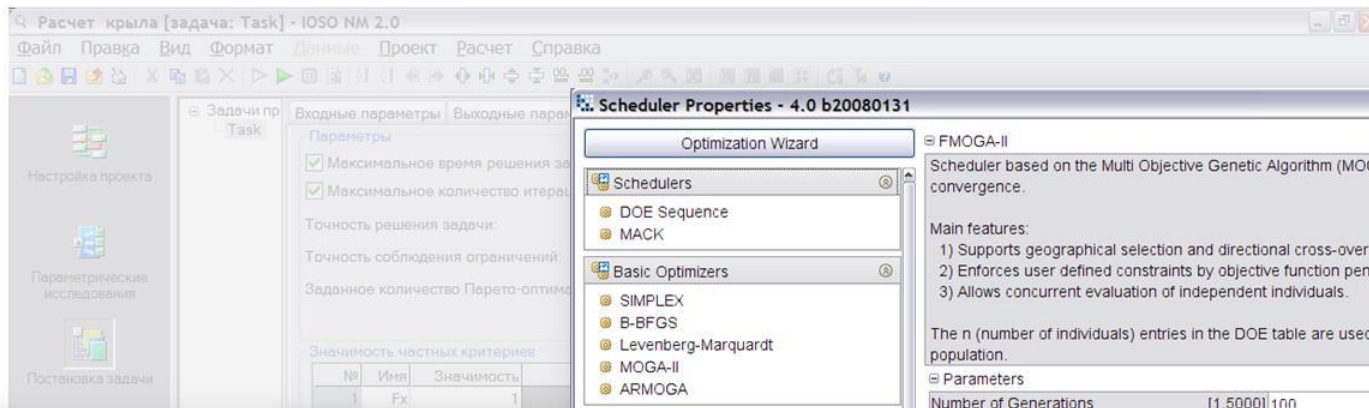
№	Имя	Значимость
1	Fx	1
2	Fy	1

Величина значимости [1...2]: 1.00 По умолчанию

Автоматический обмен данными 0/1500

Определение параметров алгоритма (IOSO – не требует специальных знаний в теории методов оптимизации. Выбор настроек алгоритма происходит адаптивно автоматически в зависимости от топологии целевой функции)

Простота использования IOSO оптимизации



По умолчанию

Основные области использования

- ✓ идентификация (верификация) математических моделей на основе результатов экспериментов
- ✓ повышение эффективности технических систем и технологических процессов за счет оптимального согласования всех параметров, влияющих на выбранные показатели
- ✓ определение оптимальных законов управления сложными техническими системами на различных режимах их работы

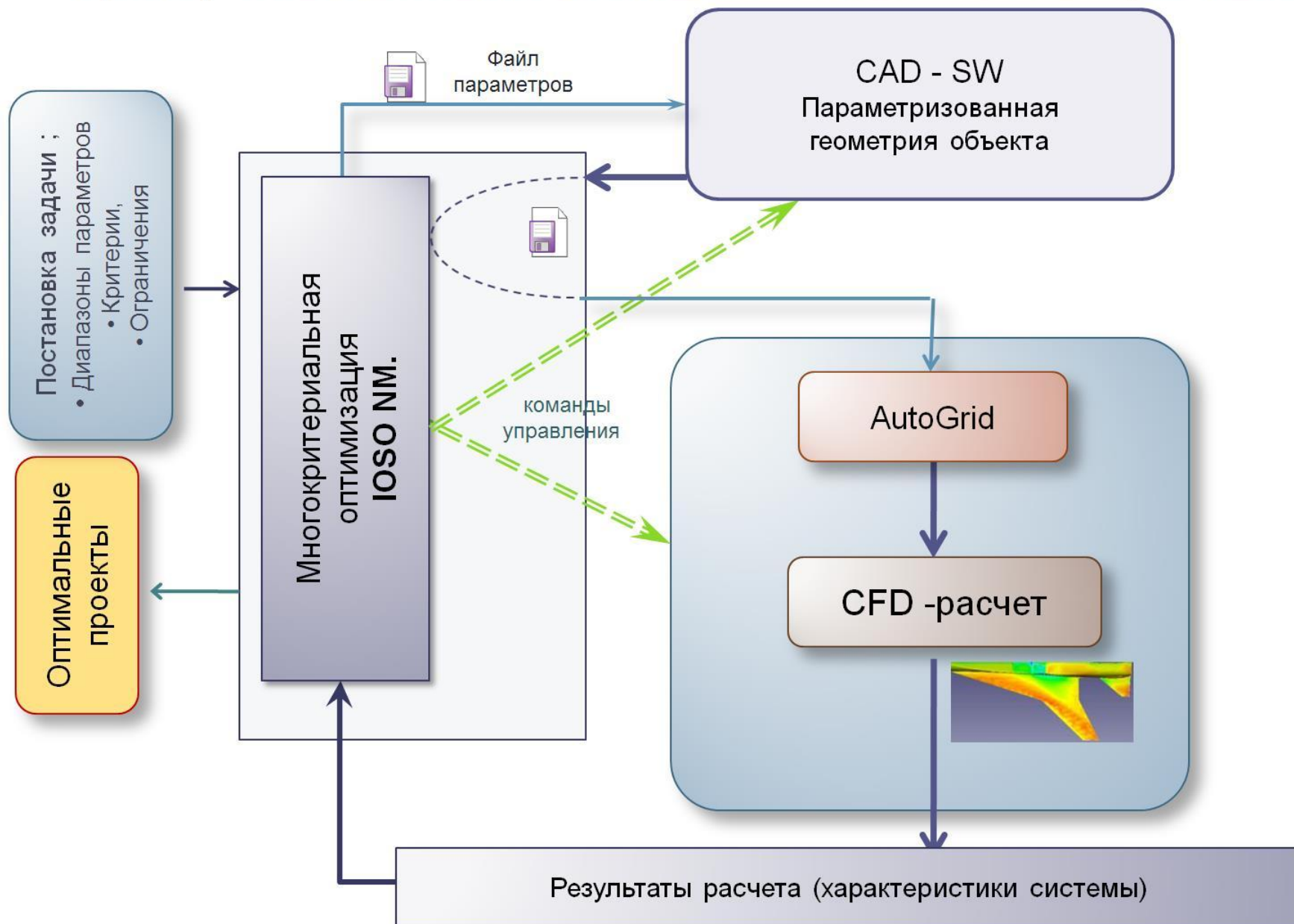
Кооперация

ОКБ Сухого,
Авиадвигатель,

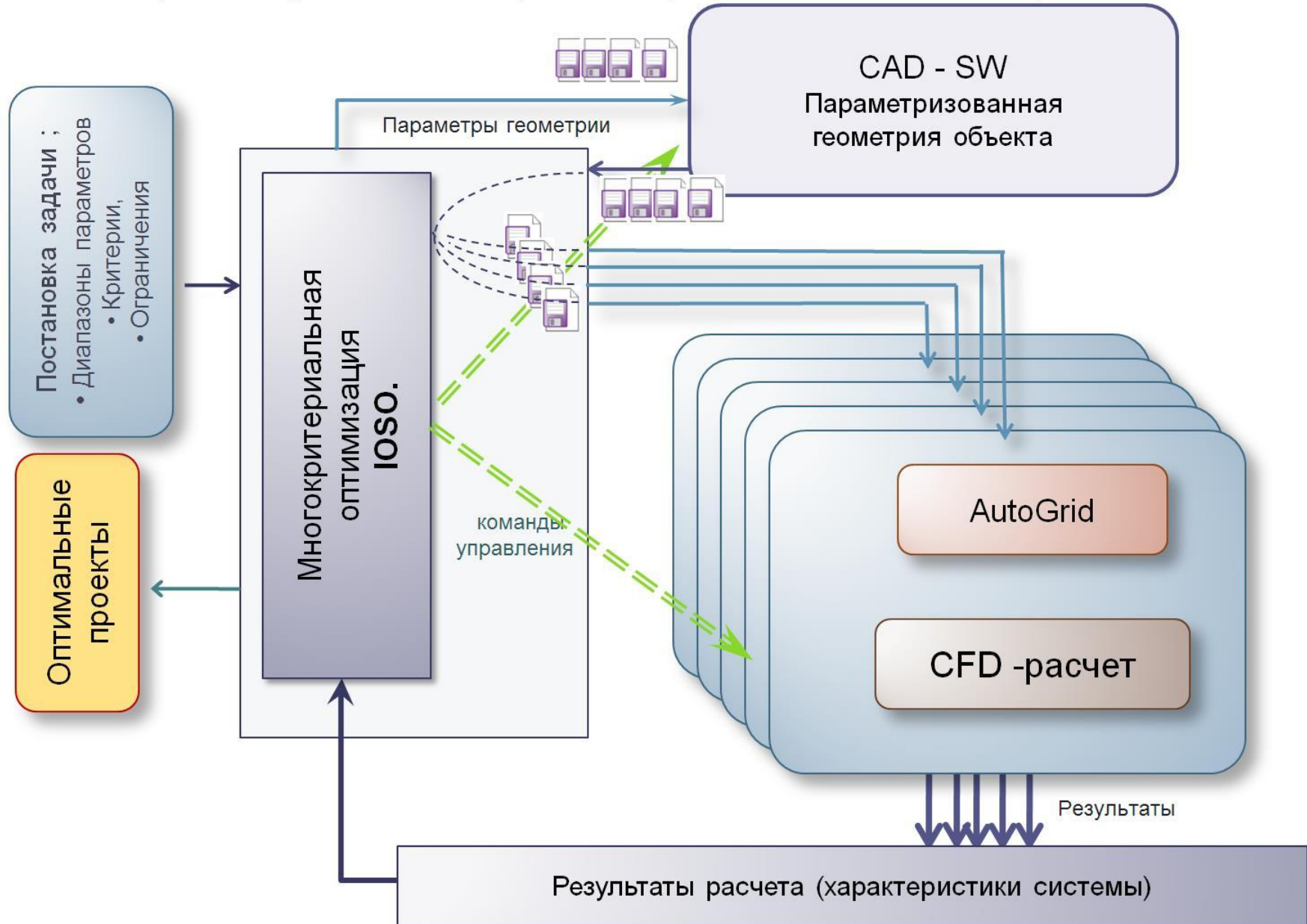
НПО «Сатурн»,
ЛМЗ,

РФЯЦ-ВНИИЭФ (Саров),
АтомЭнергоПроект и др.

Пример схемы оптимизационных газодинамических расчетов



Пример схемы распараллеленных расчетов



Пример реализации схемы решения оптимизационных задач на суперкомпьютере



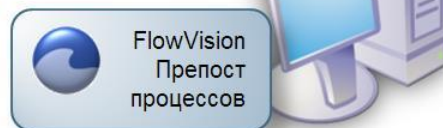
FV Solver (параллельный
расчет)
(масштабируемый
газодинамический расчет
крыла, ЛА и пр.)

HPC Кластер
СКИФ МГУ
"Чебышев"
1250/5000
CPU/ядер



X_{in+m} ↑↑

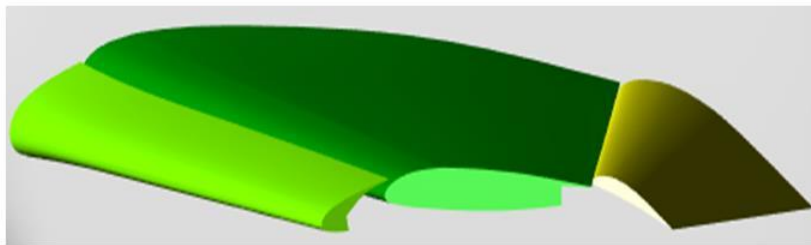
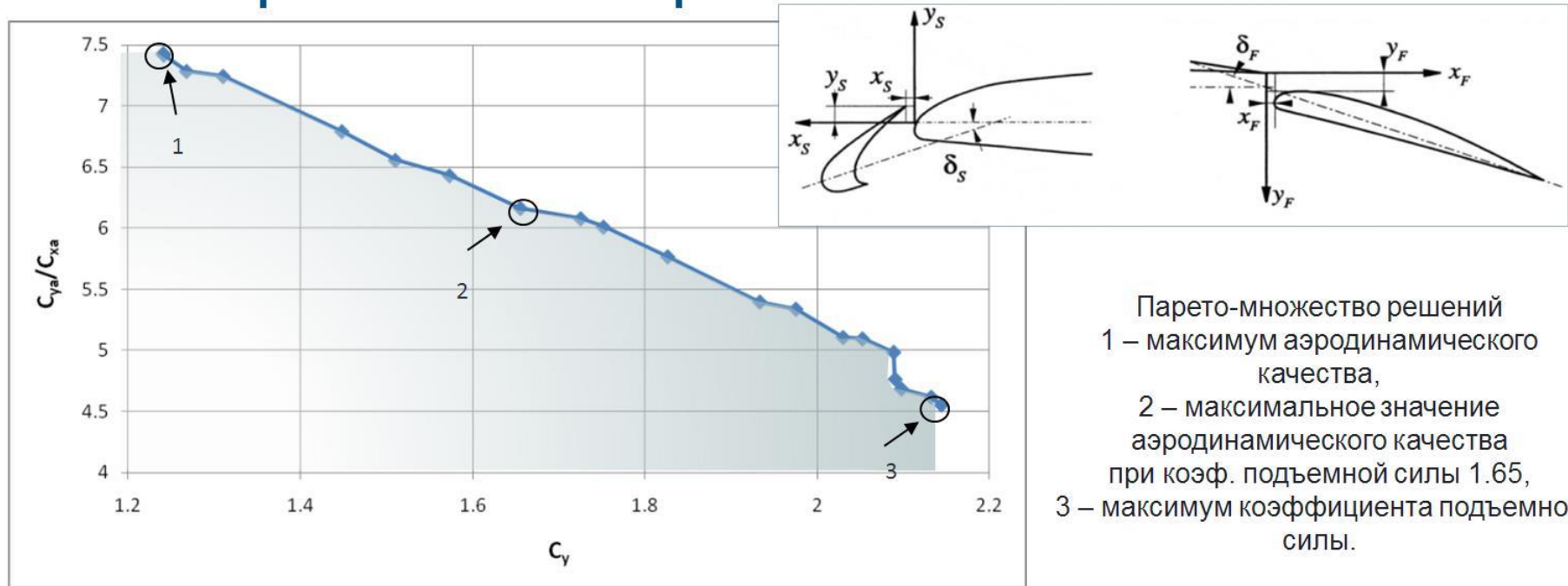
↓↓ $(Q, Y)_{in+m}$
⋮



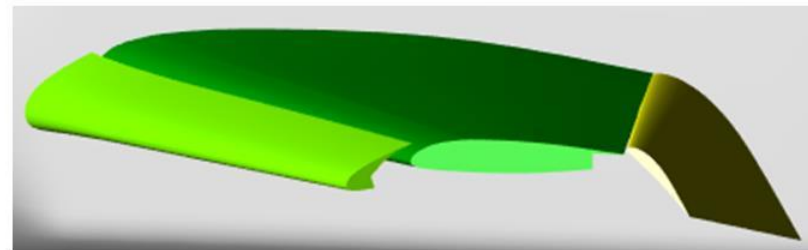
FlowVision
Препост
процессов

Оптимизатор
IOSO PM

Определение оптимальных параметров трехзвенного крыла в 3D постановке



1 – максимум аэродинамического качества,

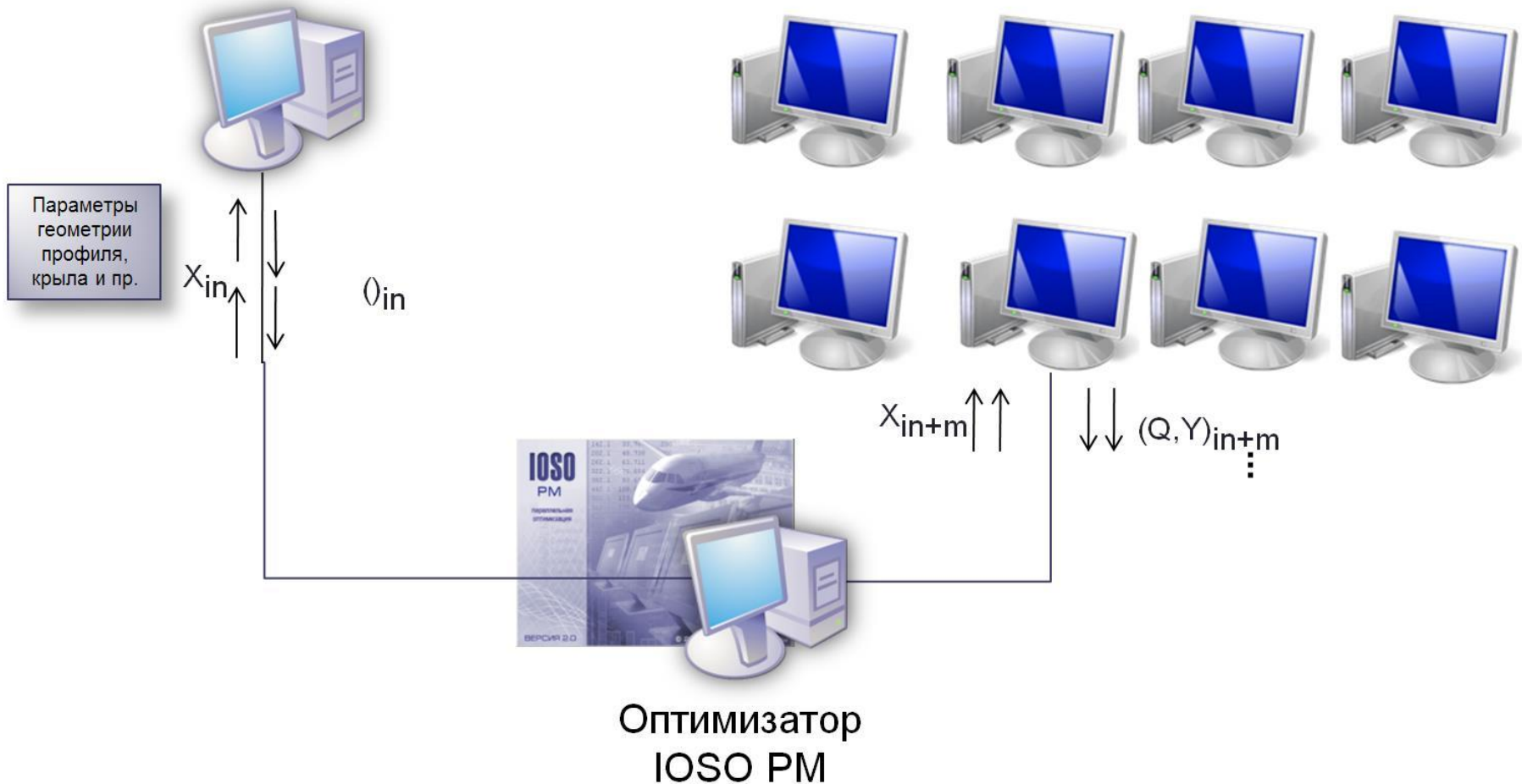


2 – максимальное значение аэродинамического качества при коэф. подъемной силы 1.65,

Пример реализации решения оптимизационных задач гидродинамики в ЛВС

CAD (не нераспараллеленная)
(параметризованная геометрия
крыла, ЛА и пр.)

CFD на каждом PC
(газодинамический расчет)



Определение оптимального режима охлаждения заготовки в газостате

В камере газостата находится стальная заготовка.
Начальная температура среды (азот) и детали составляет 1200°C .

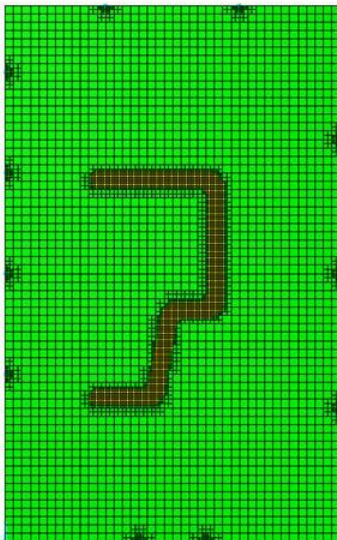
В камеру через трубки подается азот с более низкой температурой.

Необходимо охладить стальную деталь со скоростью $0,8 - 1,1^{\circ}\text{C}/\text{мин}$.

При этом перепад температуры в детали не должен превышать больше 3°C .

Длительность рабочего цикла остывания заготовки –

Исходное
положение сопел



Оптимальное
положение сопел



Основные области использования

- ✓ идентификация (верификация) математических моделей на основе результатов экспериментов
- ✓ повышение эффективности технических систем и технологических процессов за счет оптимального согласования всех параметров, влияющих на выбранные показатели
- ✓ оптимизация технологических и бизнес процессов
- ✓ определение оптимальных законов управления сложными техническими системами на различных режимах их работы

Кооперация

ОКБ Сухого,
ЛМЗ,

НПО «Сатурн»,
Авиадвигатель,

«Климов»,
АтомЭнергопроект и др.

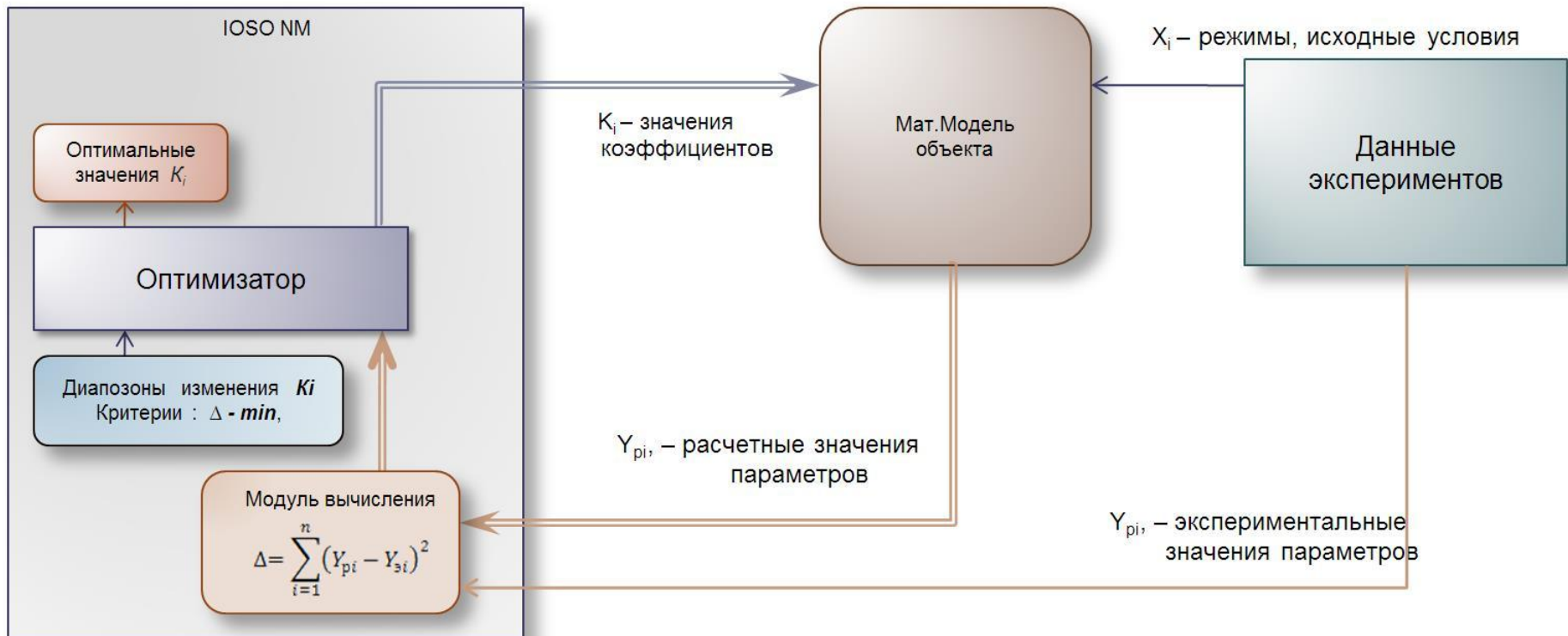
Airbus,

Верификация математических моделей на основе результатов экспериментов.

Критерий: минимизация разности результатов расчета ММ и экспериментальных данных.

$$\Delta = \sum_{i=1}^n (Y_{pi} - Y_{zi})^2 \rightarrow \min$$

Идентифицируемые параметры: коэффициенты незнания K_i , влияющие на точность результатов расчета.



Основные области использования

- ✓ идентификация (верификация) математических моделей на основе результатов экспериментов
- ✓ повышение эффективности технических систем и технологических процессов за счет оптимального согласования всех параметров, влияющих на выбранные показатели
- ✓ оптимизация технологических и бизнес процессов
- ✓ определение оптимальных законов управления сложными техническими системами на различных режимах их работы

Кооперация

ОКБ Сухого,
ЛМЗ,

НПО «Сатурн»,
Авиадвигатель,

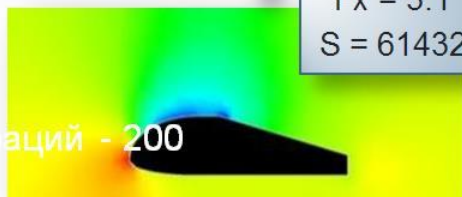
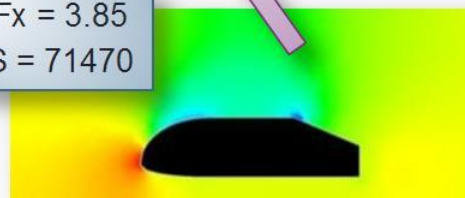
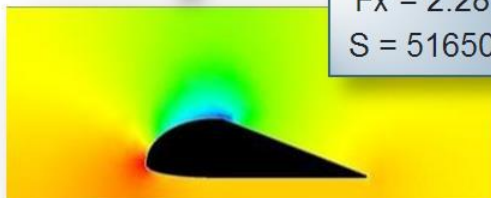
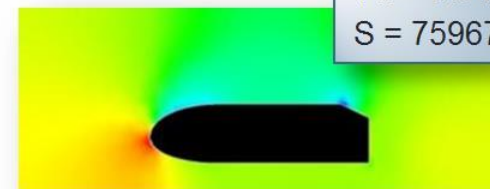
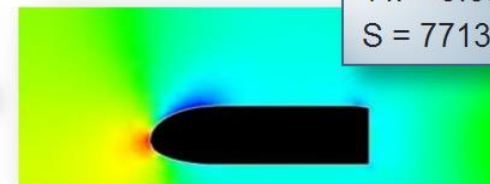
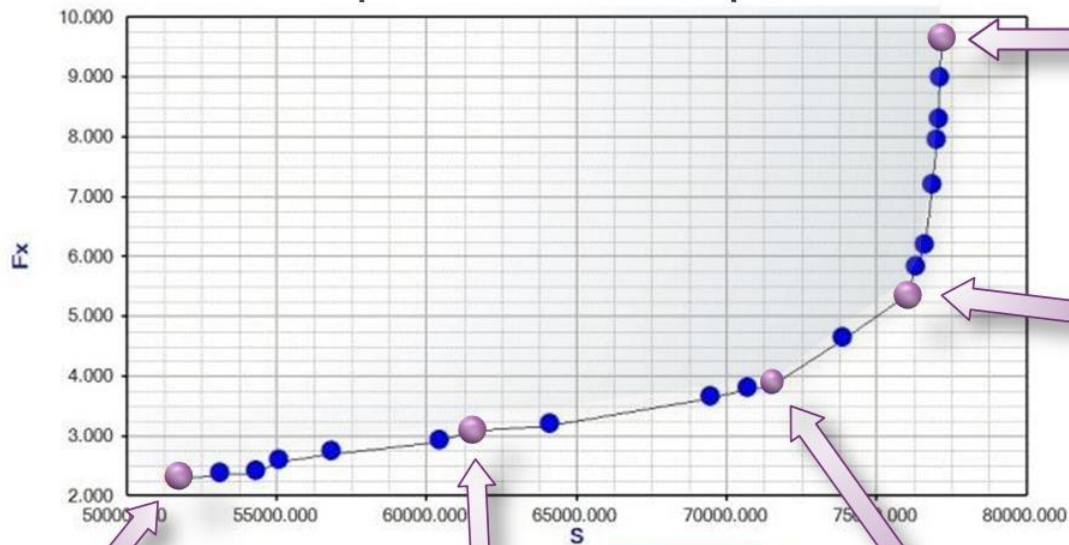
«Климов»,
АтомЭнергопроект и др.

Airbus,

Оптимизация геометрии багажника автомобиля



Парето множество решений

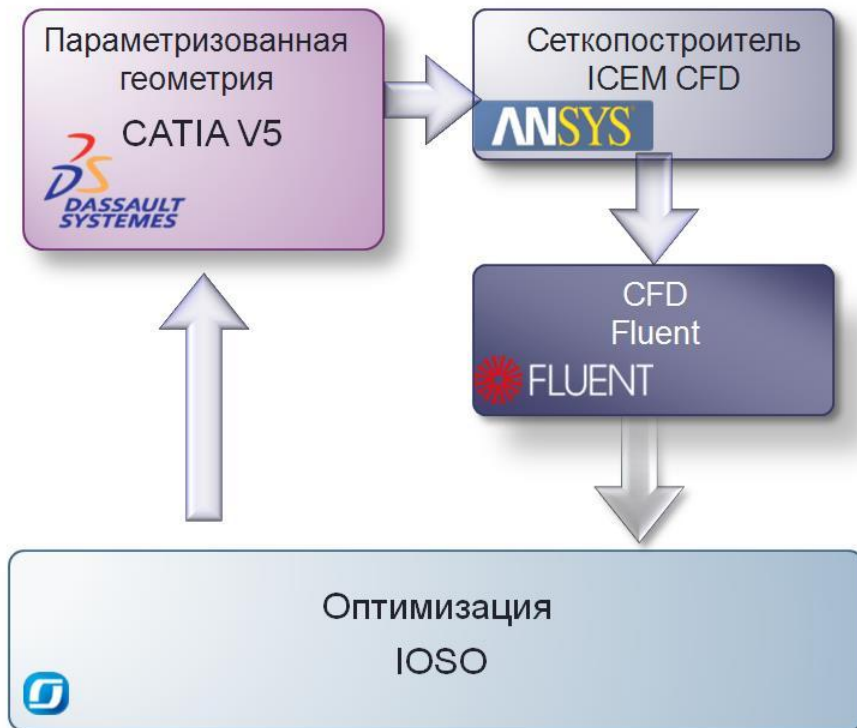


Постановка задачи
Определение геометрии для обеспечения:

- минимального аэродинамического сопротивления
- максимального объема багажника

Распределение жидкости

Используемое программное обеспечение

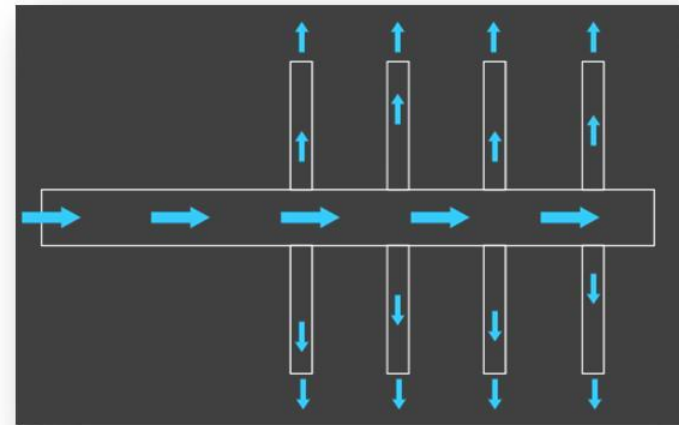


Постановка задачи

Определение диаметров выходных труб для обеспечения равномерного расхода жидкости через них

Варьируемые переменные: диаметры каналов

Критерий: минимизация разности расходов жидкости



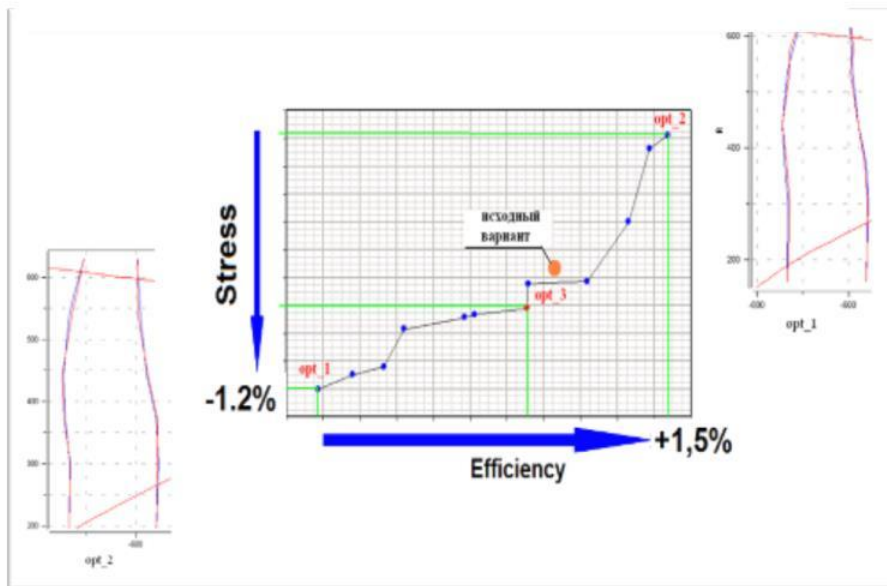
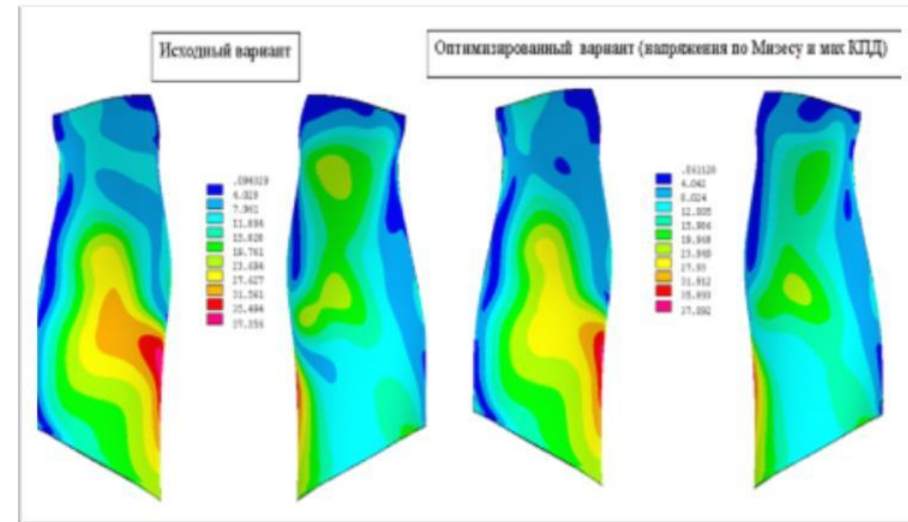
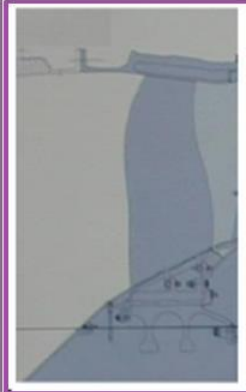
Оптимизация с учетом прочности и аэродинамики (3D) (CFD + прочность)

Цель: повышение эффективности (КПД) и минимизация максимальных напряжений р.л. ступени

Варьируемые переменные:
геометрия лопатки

Ограничения: степень повышения давления и расход воздуха.

Расчетный код: CFD – FineDesign



Использование возможностей IOSO

Многопользовательская программная платформа IOSO эффективное масштабируемое решение для организации расчетов с использованием суперЭВМ.

Легко развертывать и применять как инструмент инженерного анализа с различными средствами моделирования, как масштабируемых, так и нет.

Позволяет:

- быстро решать практические задачи оптимизации при использовании “сложных” моделей объектов и систем в области газовой и гидродинамики, прочности, теплопереноса в Промышленности, Инженерии, Науке и других областях деятельности
- максимально использовать вычислительные возможности многопроцессорных систем, в том числе и для не масштабируемых приложений
- значительно снижать время решения задач
- обеспечить удобный многопользовательский доступ к многопроцессорным вычислительным системам

Алгоритмы оптимизации IOSO

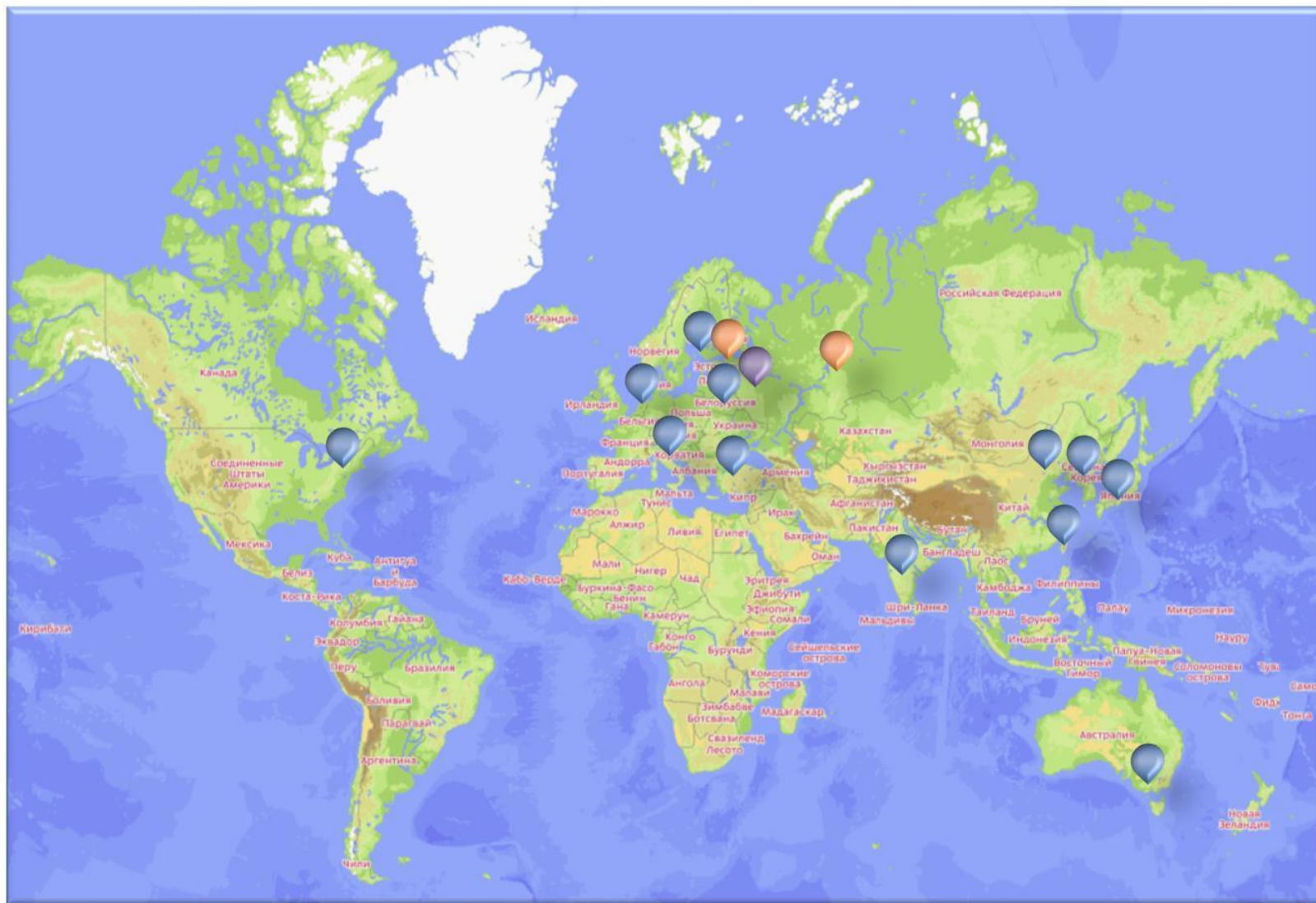
- **высокая эффективность алгоритмов оптимизации:**
 - повышать эффективность объекта оптимизации и получать уникальные технические решения, за счет решения задач большой размерности;
 - уменьшить затраты на исследование и сроки их выполнения;

- **адаптивные алгоритмы, не требующих процедур настройки параметров:**
 - привлекать к решению задач оптимизации специалистов, не владеющих специальными знаниями в этой области;

- **распараллеливание процедуры оптимизации:**
 - сокращать общее время решения сложных задач;
 - максимально использовать вычислительные ресурсы.

- **интеграционные возможности:**
 - Быстро и просто создать эффективную расчетную систему на смешанной вычислительной сети

IOSO в мире



Специальное предложение



Для ВУЗов *академические версии*
программного комплекса IOSO

Для адъюнктов и аспирантов
использование программ
оптимизации IOSO бесплатно,
при возможности использования материалов по
выполненным расчетам в публикациях.

« В мире не происходит ничего, в чем бы не был виден
смысл какого-нибудь максимума или минимума»
Леонард Эйлер

Спасибо

Юрий Бабий
«СИГМА Технологии»

babiy@iosotech.com