

АО «Компания «Сухой» • ОКБ Сухого
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Опыт применения отечественных суперкомпьютерных технологий в задачах АО «Компания «Сухой»

ДОКЛАДЧИК:

Главный конструктор суперкомпьютерных технологий - Корнев Александр Владимирович

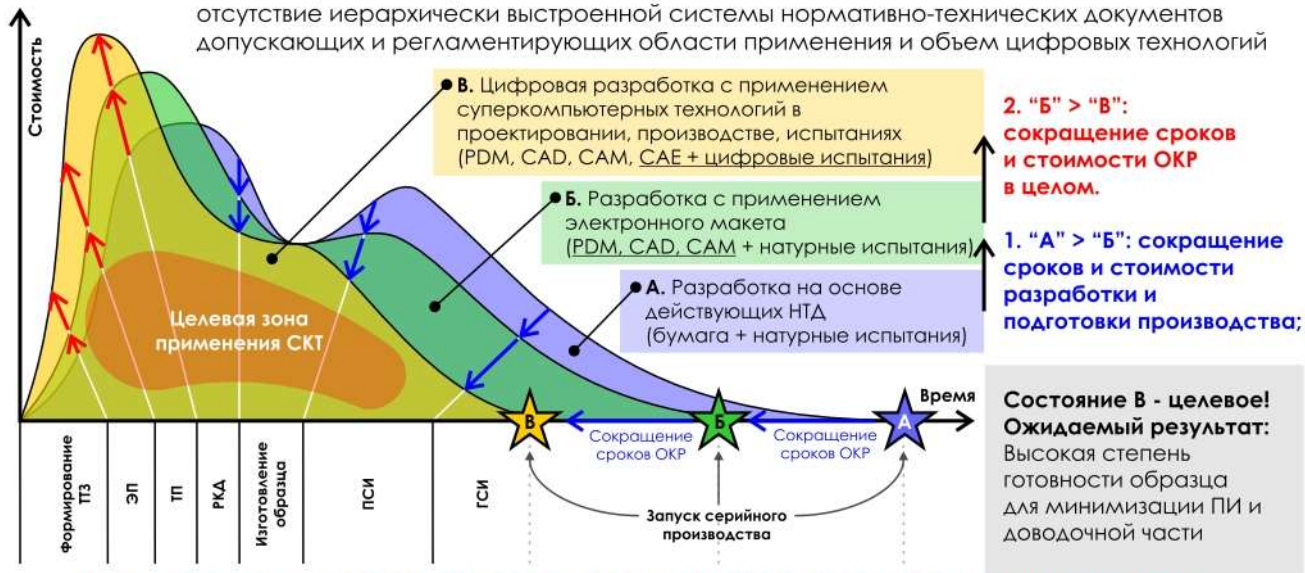
29 апреля 2022г.



Трансформация графика разработки АТ ВН при применении СКТ

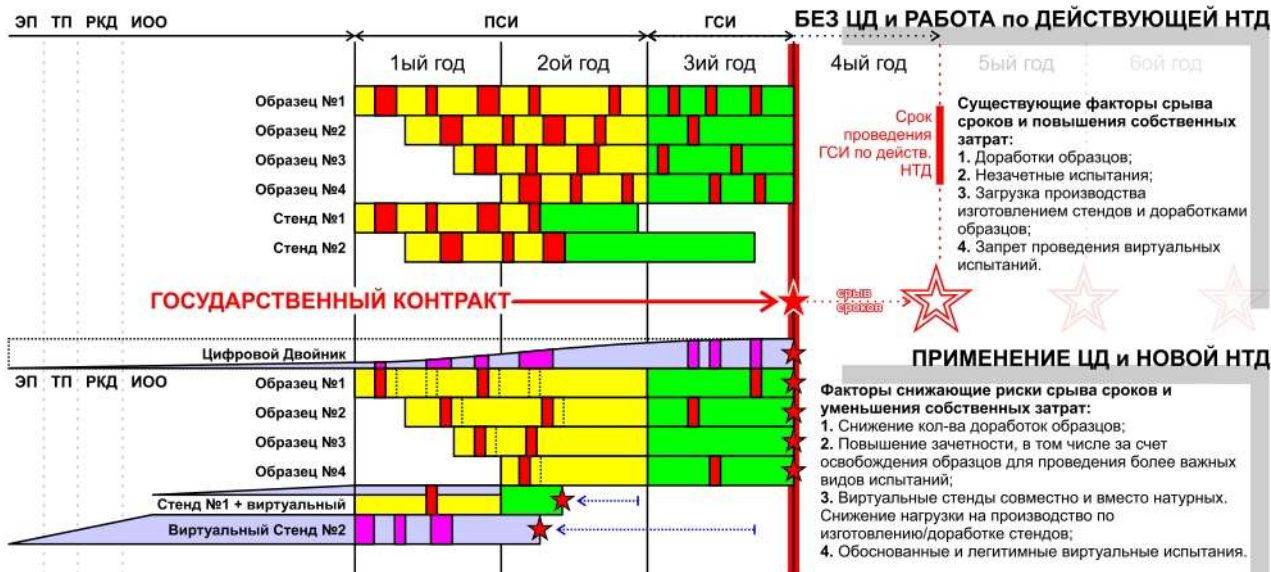
Главная проблема перехода в состояние "В":

отсутствие иерархически выстроенной системы нормативно-технических документов допускающих и регламентирующих области применения и объем цифровых технологий



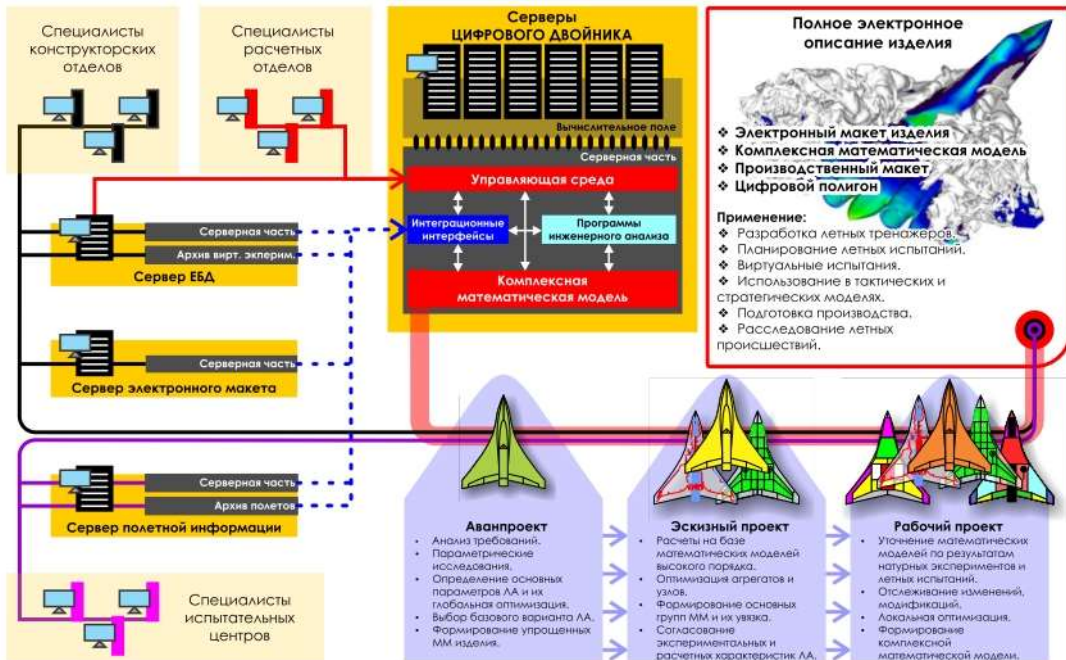
ЦЕЛЬ - состояние "В": Первые опытные экземпляры высокой степени готовности за счет проверки требований и проведения виртуальных испытаний

Трансформация графика разработки АТ ВН при применении ЦД и ВИ



Состав ММ (ЦД) для участия в ПСИ и ГСИ определяется на этапе РКД и корректируется на ПСИ до формирования программы государственных испытаний

Целевая архитектура «цифровизации» разработки



Ключевые направления «цифровизации» с применением ММ

Этапы ЖЦ АВ ВН:

АП и разработка ПЗ	ЭП	ТП	РКД	Изготовление опыт. образца	ПСИ	ГСИ	Изготовление серийных образцов	Эксплуатация	Модификация/ модернизация	Утилизация
--------------------	----	----	-----	----------------------------	-----	-----	--------------------------------	--------------	---------------------------	------------

Сейчас (сост. Б):



Инструменты:

PDM	CAD	SPDM	CAE	DB	OS
Tceng	NX, ACAD, КРЕДО	КПИР	ЛОГОС, SimInTech, Euler, IOSO, Nastran, Fluent, Star-CCM,...	Oracle, MS SQL	Windows

↓ **Цифровая Трансформация** ↓ (одно из направлений) ↓ **Цифровая Трансформация** ↓ (одно из направлений) ↓

Перспектива (сост. В):



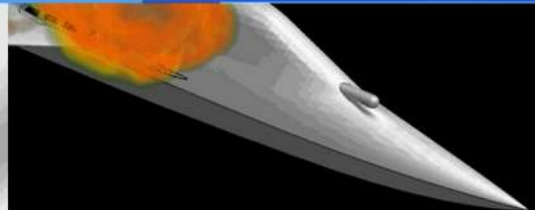
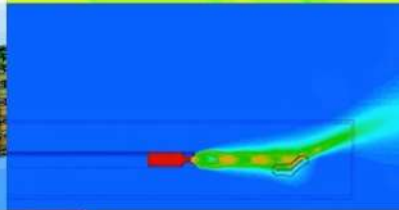
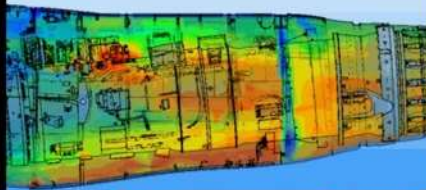
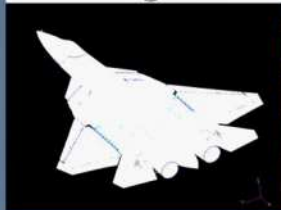
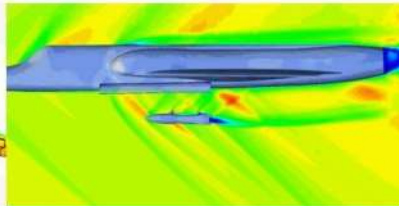
Tflex-Docs	Tflex, Компас	ЕБД	ЛОГОС, SimInTech, Euler и др.	Postgres	Астра, Арамида (Linux)
~15%	~20%	~30%	~75%	~15%	~20%

ЦЕЛЬ: пилотное импортозамещение ПО к 2023г. и с 2027г. все ПО УЖЦИ только отечественное



Применение СКТ - проектирование/испытания/эксплуатация

- Аэродинамика
- Газовая динамика
- Горение
- Прочность
- Термокомфорт
- Расследования отказов и летных происшествий



ФГУП «РЯЦ-ВНИИЭФ» и АО «Компания «Сухой» разработали отечественные суперкомпьютерные технологии для маневренной авиации - ЛОГОС

Состав СКТ и кооперация

- ГЛИЦ МО РФ
- **Технополис ЭРА МО РФ**
- ЛИИ им. Громова
- ФГУП ЦАГИ и ЦИАМ
- СибНИА
- ГосНИИАС
- ННГУ им. Лобачевского

Валидационный
базис (натурные
эксперименты)

3

Стандарты,
нормативная
база

4

- Положение о создании
авиационной техники...
- Обновление ОТТ ВВС
- Доработка РИАТ
- ПТК 700
- Приказ №100 ОАК
- Методики ОКБ Сухого

Компоненты

ЛОГОС
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

- аэро-гидро
- тепло
- прочность
- пре-пост
- интегратор
- единая база данных
- оптимизация
- электромагнитизм

Программный
продукт

2

Подготовка
кадров

5

- МГТУ им. Баумана
- МФТИ
- МГУ им. Ломоносова
- МАИ

Вычислительные
ресурсы

1

ВЦКП
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



ЦСМ



Супер-ЭВМ
ОКБ СУХОГО

Канал связи

Канал связи

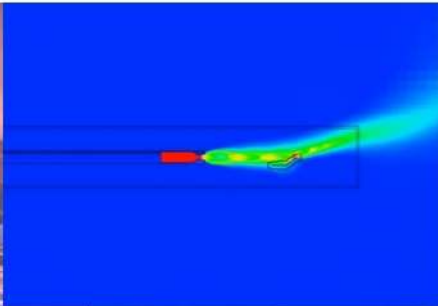
- SimInTech ООО «ЗВ-Сервис»
- Эйлер ООО «АвтоМеханика»

3-ий элемент: **Валидационный базис - Источники**

Валидация основывается на проведенных стендовых и летных экспериментах АК: Су-30, Су-34, Су-35, Су-57

- Анализ, восстановление исходных данных и результатов экспериментов;
- Выполнение валидационных расчетных исследований;

Проблема: сильно ограничена или полностью отсутствует многопараметрическая информация о проведенных экспериментах!



3-ий элемент: Валидационный базис - Применение

Стендовая отработка

Существенное сокращение количества стендов

Анализ и обоснование эффективной:
- конфигурации стендов,
- состава измерительного оборудования,
- объема исследований

Повышение зачетности экспериментов

Летные испытания

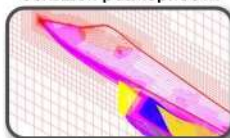
Сокращение и отказ от отдельных видов испытаний за счет убедительных precedентов применения СКТ

Анализ происшествий, критических и аварийных ситуаций

Прогноз реализации сложных и трудновыполнимых полетных заданий

Методика решения задачи

2. Дискретная модель большой размерности



3. Математическая модель прошедшая валидацию



Разработка

Сокращение количества ошибок проектирования

Анализ и выбор рациональных решений по критерию эффективность | стоимость

Высокоточная проверка требований ТТЗ и НТД

Эксплуатация

Прогноз ресурса агрегатов и конструкции

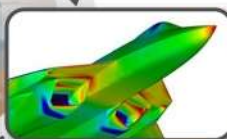
Анализ эксплуатационных повреждений

Расследование предпосылок, процессов и последствий аварийных ситуаций



1. Максимально подробная геометрическая модель

Да. Требования удовлетворены



4. Качественное и детальное решение в каждой точке исследуемого объекта и пространства

Нет. Изменить конструкцию
Технические решения удовлетворяют требованиям?

ИТЗ с ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» по ПП РФ 707 - Единая База Данных

Введена в эксплуатацию в октябре 2020г. Развернута в сети КБ с марта 2021г. Поддержка - НИЦ СКТ.
Достигнутый результат: набор достоверных данных об экспериментах и математических моделях

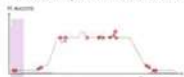


НТЗ с ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» по ПП РФ 707 - Виртуальная Модель Функционирования

Цель: методическая отработка связанных моделей для фрагментов траекторий движения ЛА

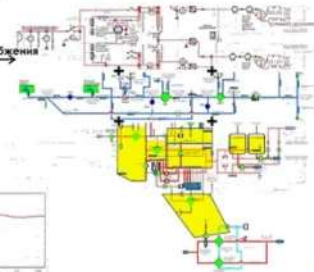
Результат: набор связанных моделей и проектов стандартов предприятия. **Выполнено:** сентябрь 2021г.

Моделирование сценария: Взлет

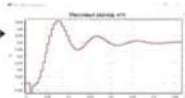


Система кондиционирования воздуха

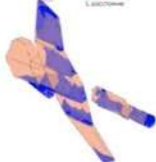
Система электроснабжения



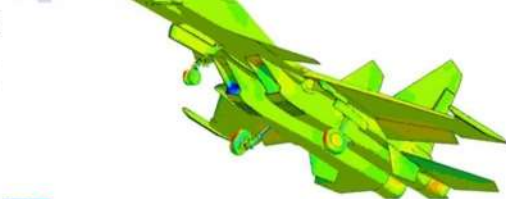
Топливная система



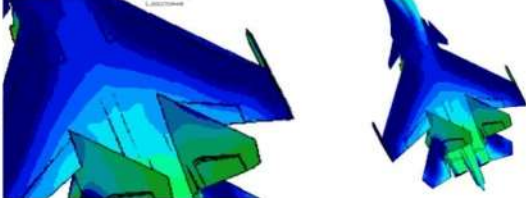
Моделирование сценария: Бочка



Моделирование сценария: Набор высоты

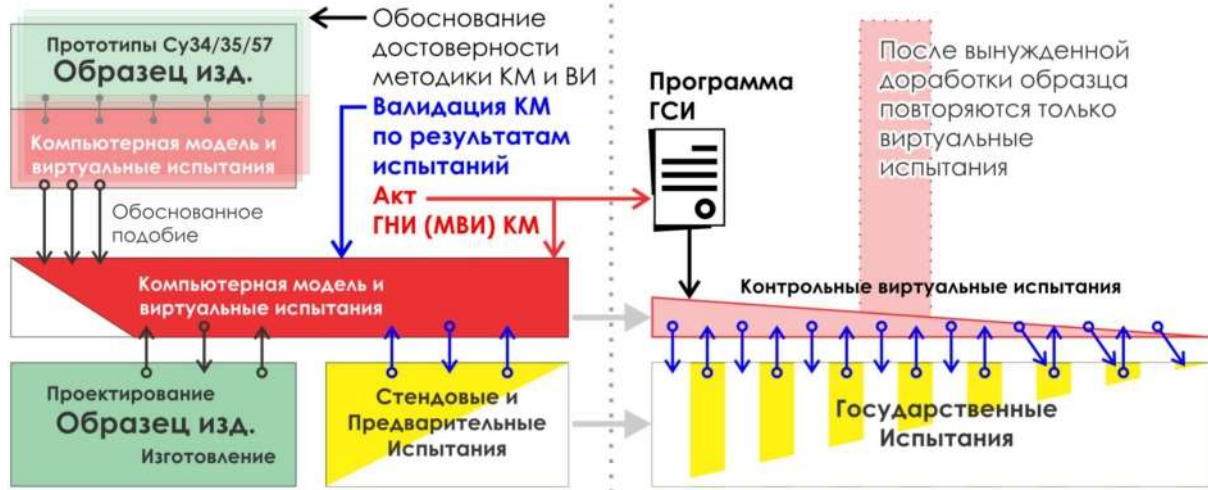


Моделирование сценария: "Кобра"



Виртуальные испытания
на этапах **НСИ** и **ПСИ**

Виртуальные испытания
на этапе **ГСИ**



Акт ГНИ (МВИ) является основанием для рассмотрения результатов КМ в качестве оценок ГСИ

Подготовка перспективного ЛА к Первому вылету

Совместно с
ФГУП «РЯЦ-ВНИИЭФ»
к Первому вылету

Последовательность работы системы пожаротушения («холодный» старт) и ее моделирование:



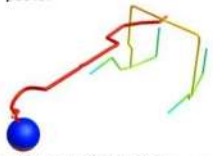
Разработка методик решения задач и их валидация в рамках ФНТР АО «Компания «Сухой»:

На базе результатов отработки натурного стенда системы пожаротушения ВСУ

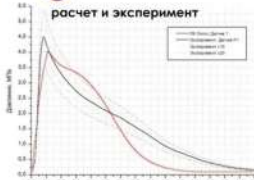
эксперимент



расчет



расчет и эксперимент



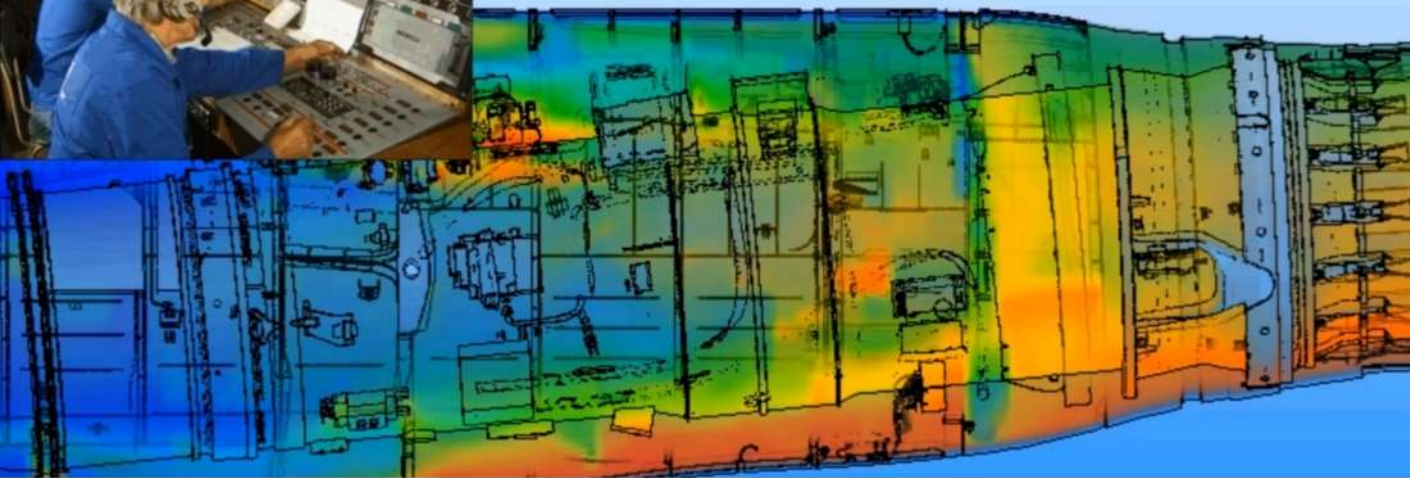
На базе результатов отработки летного эксперимента («холодного») старта системы пожаротушения

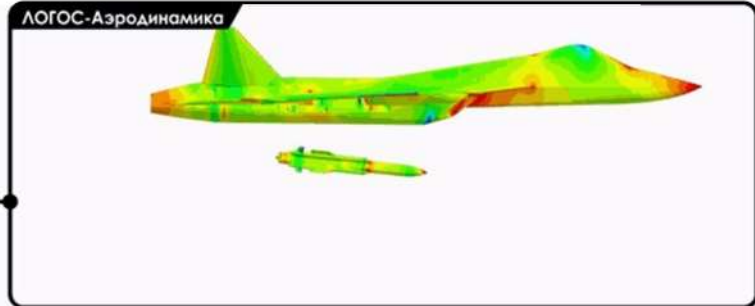
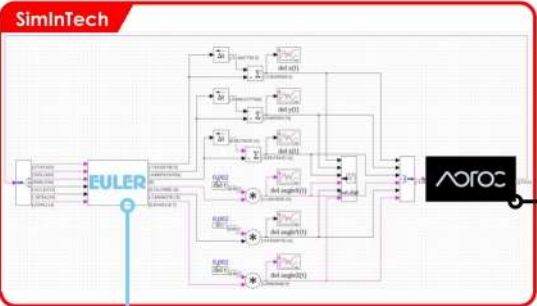


расчет

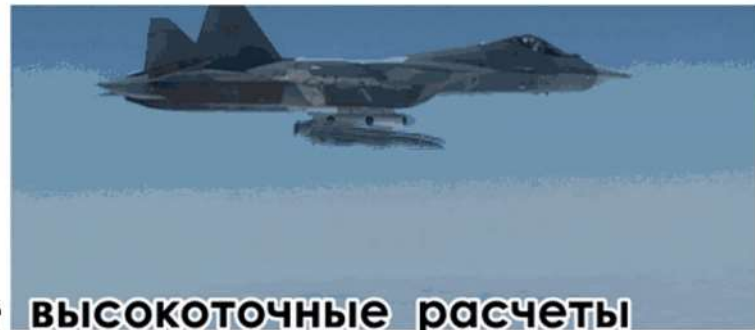


Подготовка перспективного ЛА к Первому вылету



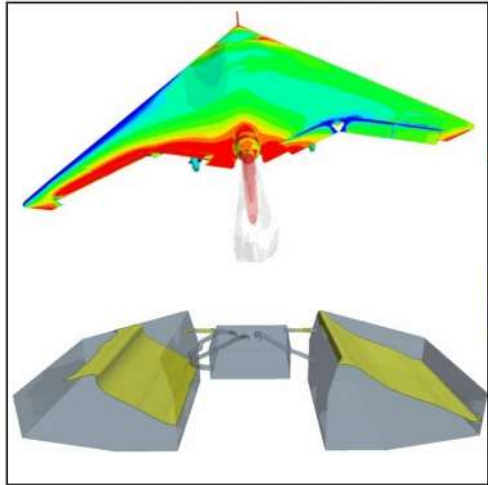


LOGOS-МИП (интегратор)



Многодисциплинарные высокоточные расчеты

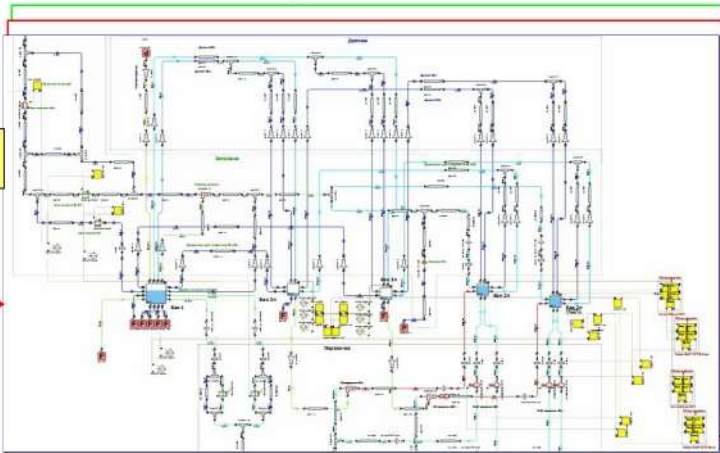
Высокоточные модели:



← Сегмент законов управления, траектории и состояния ТС

→ Табличные значения поведения элементов топливной системы

Увязанные между собой модели всех систем



Создание функциональных «Цифровых Двойников»



1. **Наращивание вычислительных ресурсов (собственных и отраслевых)**
2. **Проведение специальных высокоточных натуральных экспериментов для разработки новых физикоматематических моделей**
3. **Разработка нормативных документов регламентирующих применение СКТ для сокращения и замены натуральных испытаний**
4. **Подготовка специализированных сертифицированных кадров**
5. **Интеграция СКТ с отечественными системами управления ЖЦИ**
6. **Формирование с поставщиками и соисполнителями единой среды моделирования для создания «Цифровых двойников» и «Цифровых полигонов» для проведения зачетных «Цифровых испытаний»**

