



Введение во FlowVision

Основные многодисциплинарные возможности



FlowVision – это инструмент, который позволяет:

- решать промышленные, научные и учебные задачи силами конструкторского состава предприятий, академических и учебных заведений в условиях дефицита времени без потери качества получаемого решения;
- моделировать сложные многодисциплинарные физические и механические процессы (течение жидкости и газа, электродинамика, химические реакции, теплоперенос, кинематика ...) удобными простыми методиками;
- получать решение на сложной конструкторской геометрической модели, в том числе сборках ;
- использовать в расчетах современную вычислительную технику, начиная от ноутбука и заканчивая суперкомпьютером;
- встраиваться в многодисциплинарные рабочие цепочки взаимодействия и оптимизации с другими CAE-пакетами;
- автоматизировать собственную работу для решения типовых задач.

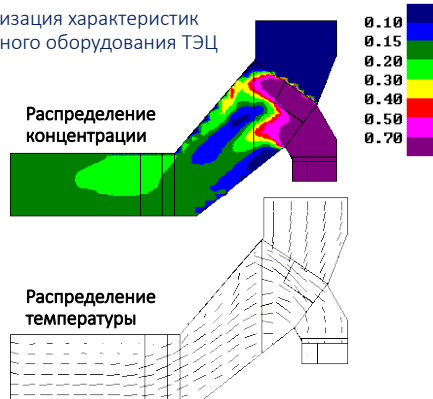
FlowVision 1

Разработка начата в 1991 г. группой ученых РАН

- Институт автоматизации проектирования (научная школа О.М.Белоцерковского)
- параллельность (транспьютеры) – до 128 процессоров
- ступенчатая сетка на границе
- k-Epsilon модель, горение, несжимаемая жидкость
- среда разработки Fortran
- Microsoft MS-DOS
- оконный интерфейс, управление «мышью»

Eagle Dynamics

Оптимизация характеристик котельного оборудования ТЭЦ

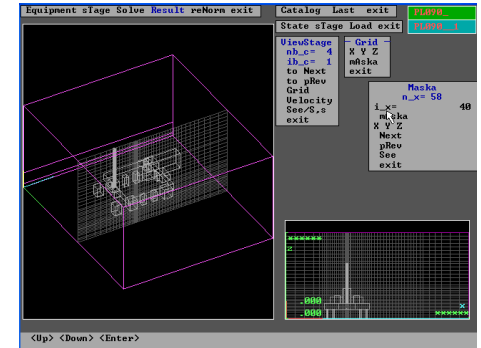
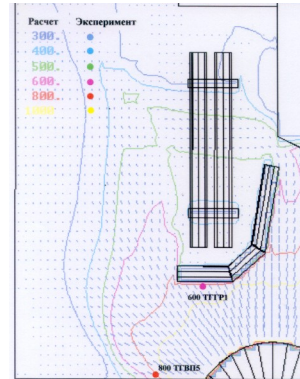


РКК «Энергия им.С.П.Королева»

Газодинамическое воздействие на стартовую площадку

Распределение векторов на стартовом столе

Общий вид стартовой площадки «Морской старт»



FlowVision 3

Разработка начата в 2004 г. на базе компании ТЕСИС

- явная параллельность на всех уровнях кода
- модульная, адаптивная к изменению и расширению, структура
- Windows, Linux
- 2006 г. – Официальный релиз
- 2007 г. – Терафлопные вычисления (совместно с НИВЦ МГУ)
- 2008 г. – Официальный партнер Dassault Systemes по FSI
- 2009 г. – Технология оптимизации для задач аэродинамики (НИВЦ МГУ, ЦАГИ);
Петафлопные вычисления
- 2010 г. – Интеграция решателя FlowVision в Autodesk Inventor Simulation
(ex CFDesign от BlueRidge Numerics)
Интеграция технологий FlowVision в ВНИИЭФ (ЛОГОС-

Адаптивность)

- 2013 г. – Разработка виртуального опытного бассейна (с Курчатовским институтом)
- 2016 г. – Создание версии под платформу Эльбрус/Ангара
– Включение в Единый реестр российских программ для
электронных
вычислительных машин и баз данных. Пер.№ 2504 на основании


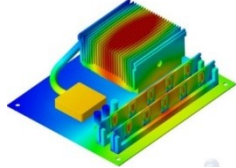
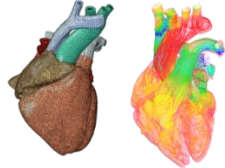
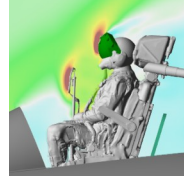
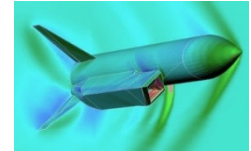
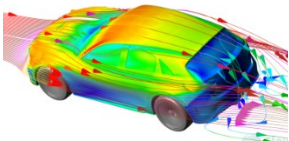
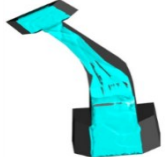
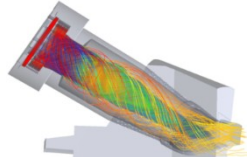
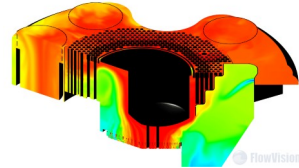
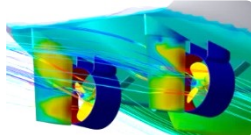
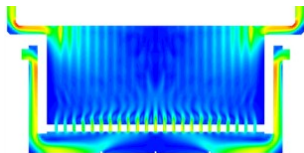
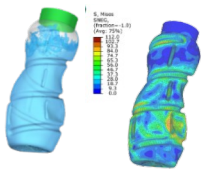
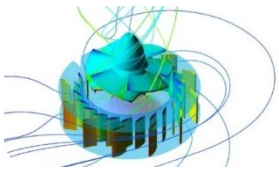
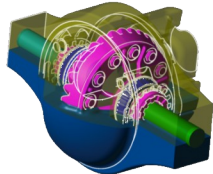

Приказа

Минкомсвязи России от 23.12.2016 №682

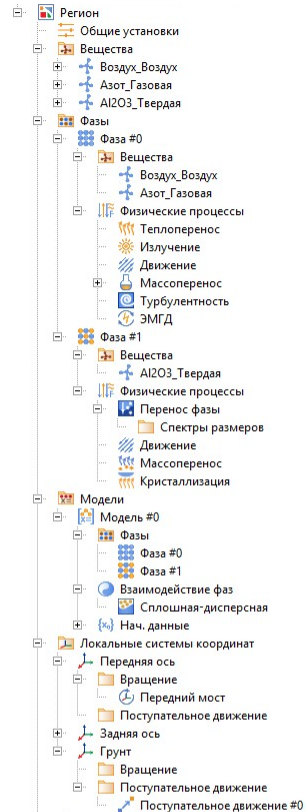
- Участие в международном проекте Living Heart
- 2018 г. – Участие в научно-исследовательской программе ОАЭ по увеличению
атмосферных осадков
- 2019 г. – Получение Аттестационного паспорта программы для ЭВМ НТЦ ЯРБ
Ростехнадзора



Решаемые задачи

Авиастроение	Электроника	Медицина	Спец.изделия	Ракетостроение
				
Автомобилестроение	Промтехбезопасность	Энергетика	Атомная энергетика	Судостроение
				
Вентиляция	FSI	Турбомашиностроение	Детали машин	Спорт
				

FlowVision – многодисциплинарная платформа



Движение	Теплопередача	Излучение
<ul style="list-style-type: none"> Сжимаемое и несжимаемое течение До-, транс- и сверхзвуковое течение Ламинарное турбулентное Вихреразрешающие методы Конвекция Многокомпонентное течение Многофазное течение Дисперсная фаза, пористость Идеальный газ, реальный газ, сжимаемость жидкости Фазовые переходы 	<ul style="list-style-type: none"> Кондуктивная теплопроводность Сопряженный теплообмен Джоулево тепло Излучение Анизотропная теплопроводность и тепловыделение 	<ul style="list-style-type: none"> Диффузионная модель P1 Метод дискретных ординат Оптически тонкий слой ГУ Радиационное равновесие
Динамика тел	Электродинамика	Химическая кинетика
<ul style="list-style-type: none"> 6 степеней свободы Жесткие тела Ограничители 	<ul style="list-style-type: none"> Электростатическое поле Электромагнитное потенциальное поле 	<ul style="list-style-type: none"> Задание различных схем химических реакций Горение углеводородного газообразного топлива Горение тяжелого топлива Горение порошкового угольного топлива Абляция Вулканизация
Акустика	Прочность	
<ul style="list-style-type: none"> Генерация звука 	<ul style="list-style-type: none"> Внутренние наработки Подключение внешних решателей 	

ДВИЖЕНИЕ

Основные возможности

Базовый решатель

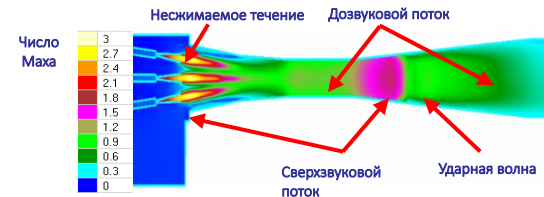
- Модели турбулентности (k-ε, k-ε нелинейная, k-ε низкорейнольдсовая, k-ε FV, SST, SA, LES, пристеночные функции)
- Многофазное течение
- Перенос дисперсной фазы (включая Пористость)
- Аналитические модели (модель зазора)
- Сопряжение подобластей (сопряженный теплообмен, полное сопряжение по всем переменным)
- Ротор-статор, нестационарное, замороженный ротор, периодика, авторотация
- Лучистый теплообмен (P1, МДО)
- Фазовые переходы
- Химическая кинетика

Дополнительные модули

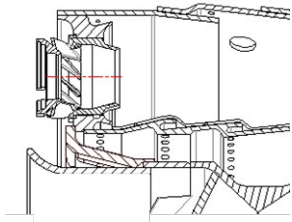
- Абляция
- Обледенение
- Горение углеводородного газового топлива
- Горение порошкового угольного топлива

Основные возможности

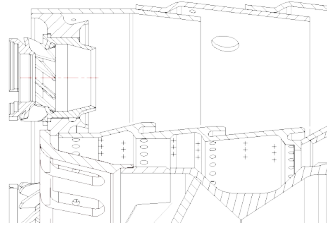
- Уравнения Навье-Стокса, включая очень вязкие среды
- Ньютоновы и неньютоновы жидкости
- Идеальные и реальные газы
- До-, транс- и сверхзвуковое течение
- Несжимаемые и сжимаемые среды
- Кондуктивный, конвективный, сопряженный и лучистый виды теплообмена
- Многокомпонентное течение
- Единый сквозной метод решения для всего поддерживаемого диапазона чисел Рейнольдса и Маха
- Задание членов в правой части уравнений
- Прикладной программный интерфейс



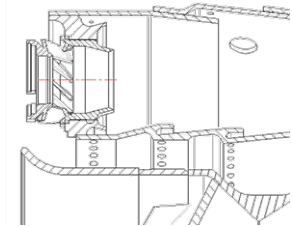
Газотурбинные энергетические установки



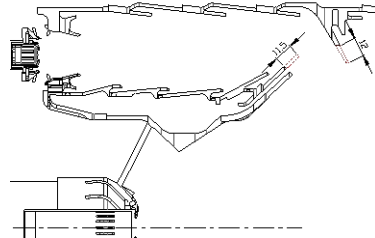
Вариант 2



Вариант 3

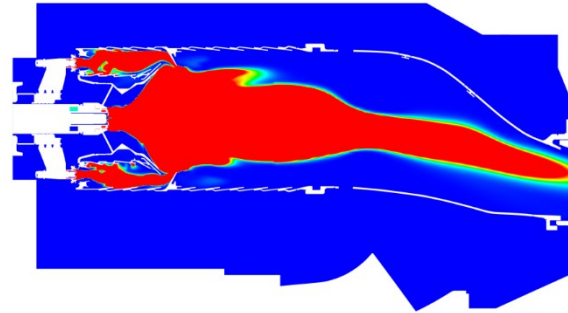


Вариант 4

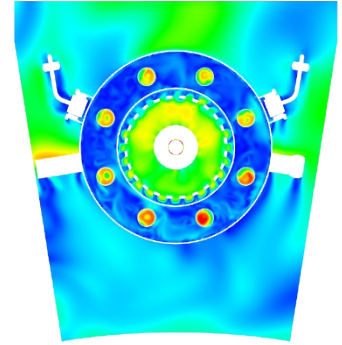


Вариант 5

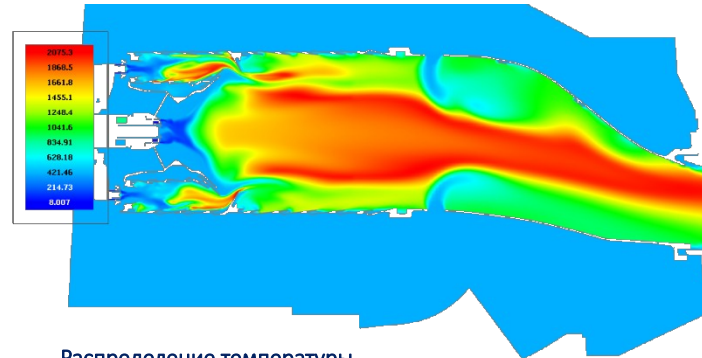
- Определение полноты сгорания горючего
- Определение уровня вредных окислов
- Подавление резонансных явлений в камере
- Горючее – Природный газ



Распределение выгоревшего горючего



Распределение скорости



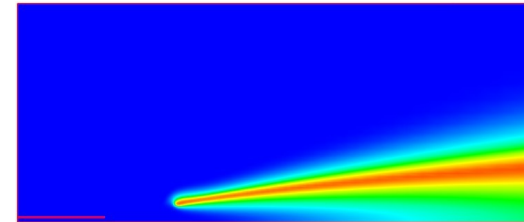
Распределение температуры

Горелки на базе природного газа

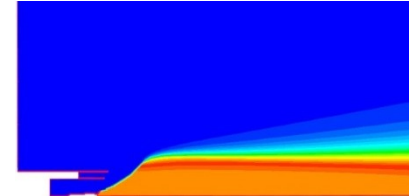
Эксперимент

FlowVision

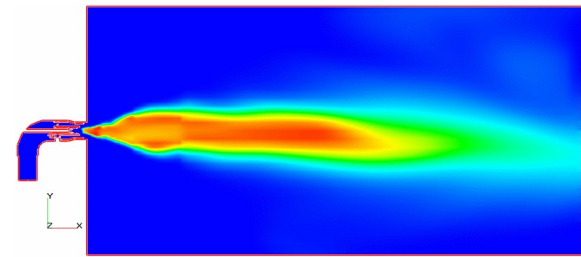
- Устройство: струя газа
- Эксперимент: 23.07.2007 г. ТЭЦ ОАО «Мосэнерго».
- В трубку подается газ, струя поджигается и пламя стабилизируется на струе. Расстояние факела от торца трубки $H=8...10d$



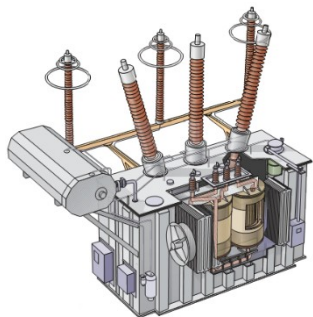
- Устройство: эжекционная горелка
- Эксперимент: 06.03.07. Новогиреево.
- Номинальная тепловая мощность горелки – 0,5 МВт



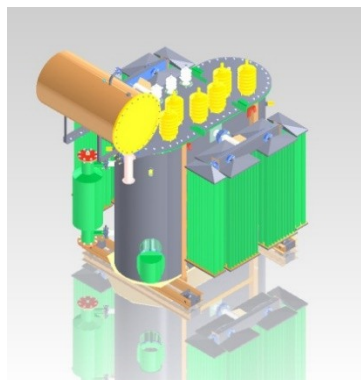
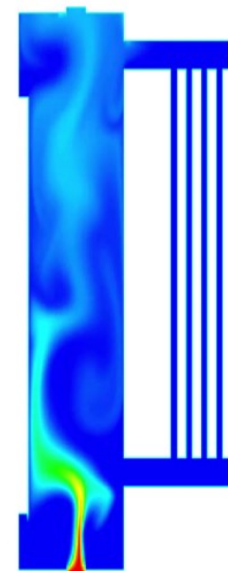
- Горелка: ГПС-8
- Эксперимент 23.07.2007 г. ТЭЦ ОАО «Мосэнерго».
- В трубку подается газ, струя поджигается и пламя стабилизируется на струе. Расстояние факела от торца трубки $H=8...10d$



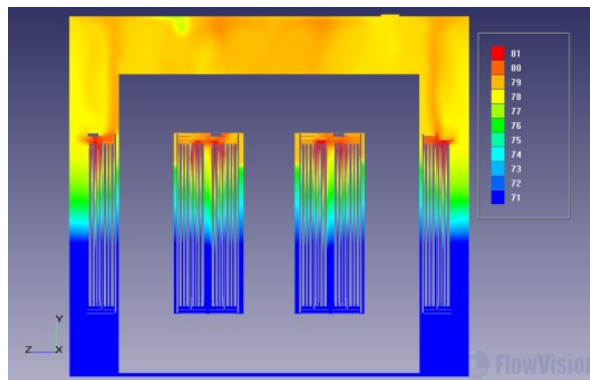
Охлаждение высоковольтного маслонаполненного трансформатора



- Для сравнения с экспериментальными данными использовались результаты заводских тепловых испытаний трансформатора.
- В результате испытания коротким замыканием эквивалентным током, превышение температуры верхних слоев масла составило 58,7 С. Рассчитанное значение находится в районе 58,5 С.



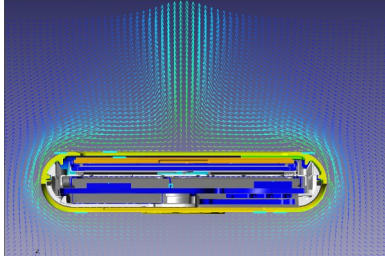
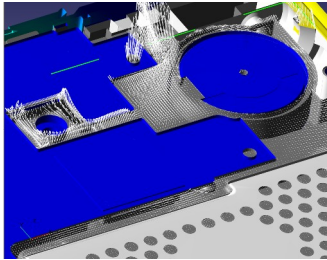
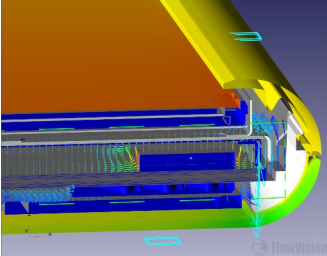
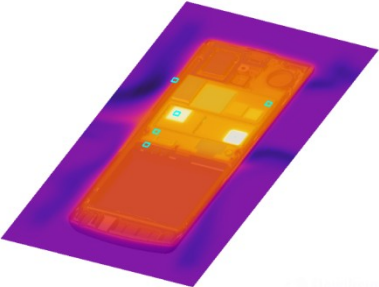
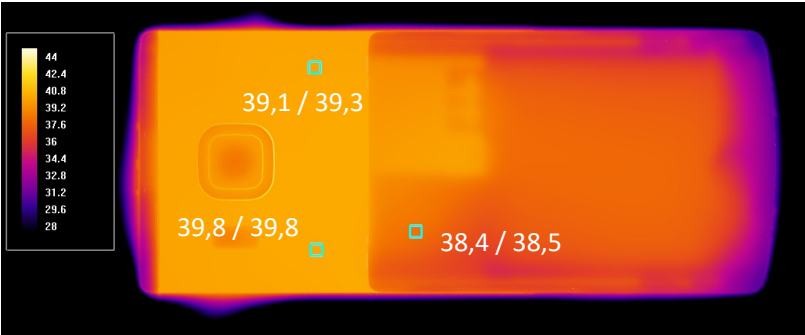
Исходная геометрическая модель



Распределение температуры масла в баке

Пузырьковая колонна в масле

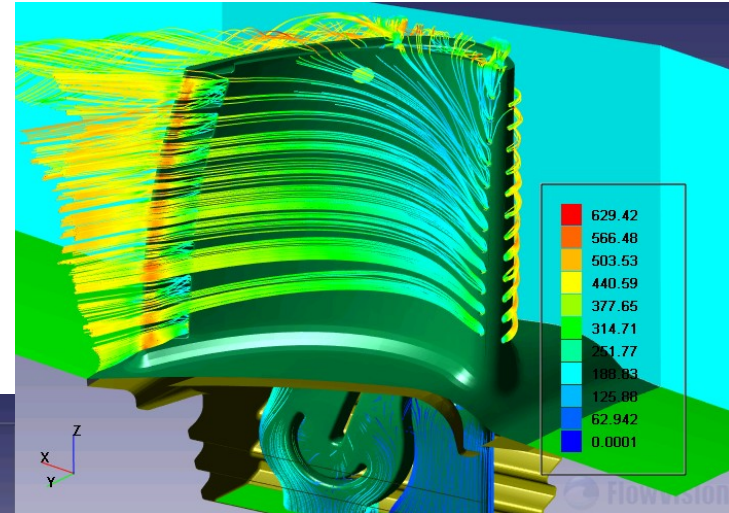
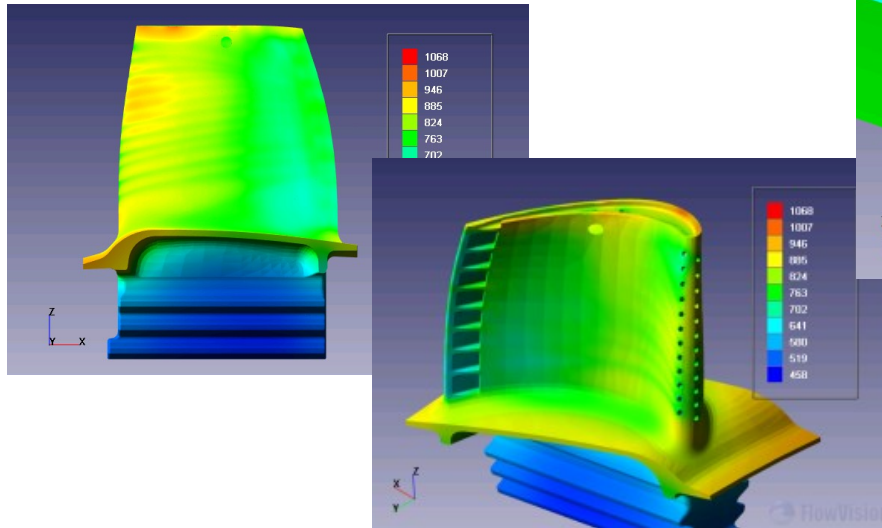
Моделирование теплового режима мобильного телефона



Сопряженный теплообмен

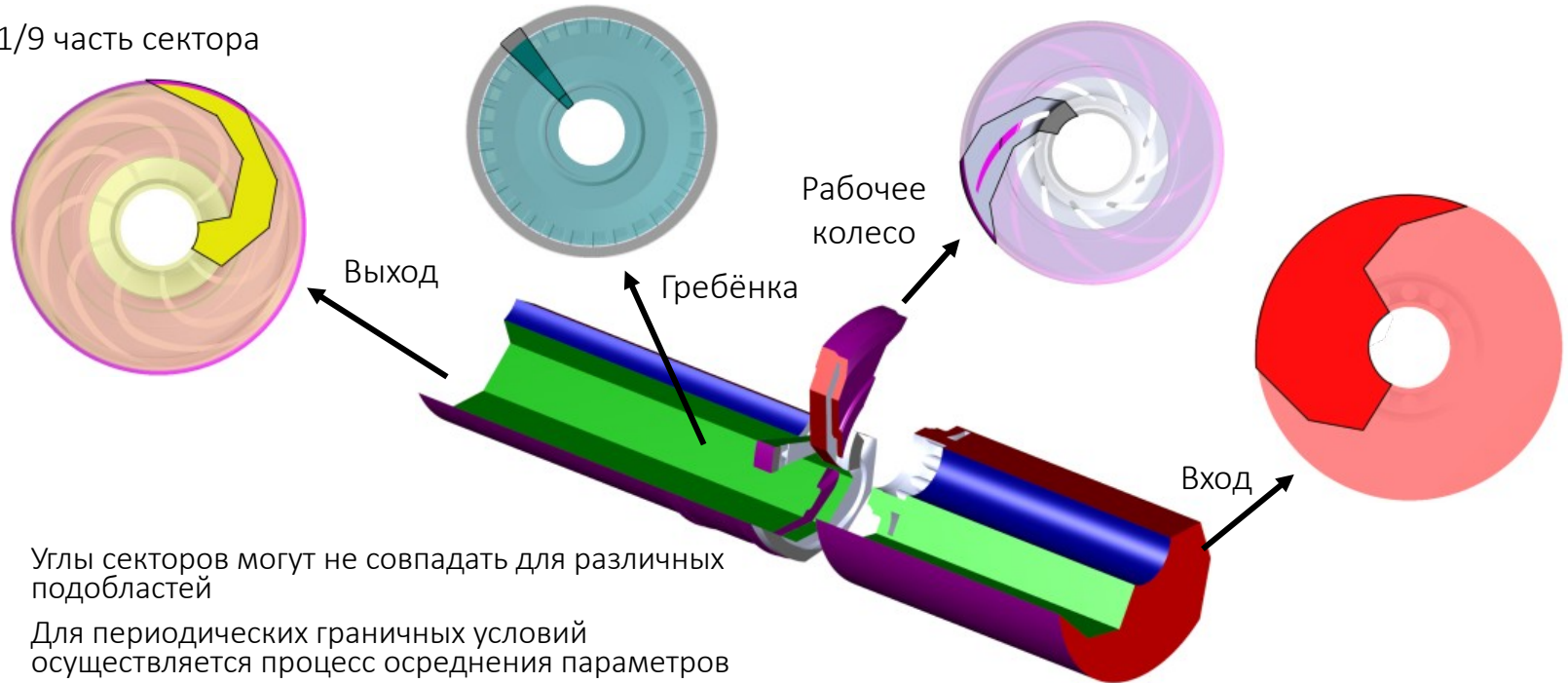
Охлаждение турбинной лопатки

- Уравнения Навье-Стокса + турбулентности
- Уравнения энергии
- Сопряженный теплообмен
- Теплопередача в твердом теле



Секторная постановка

1/9 часть сектора

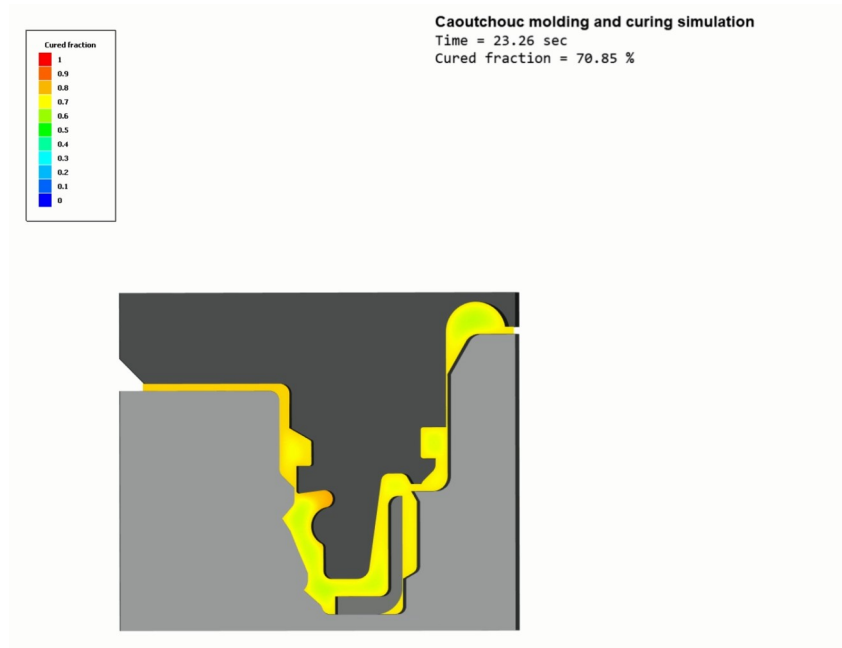


- Углы секторов могут не совпадать для различных подобластей
- Для периодических граничных условий осуществляется процесс осреднения параметров
- Связь между подобластями осуществляется посредством механизма «Скользящая поверхность»

Многодисциплинарная постановка

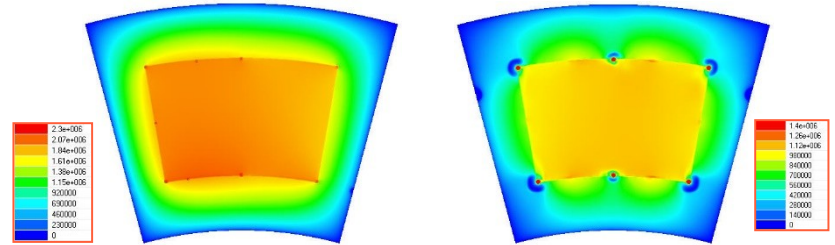
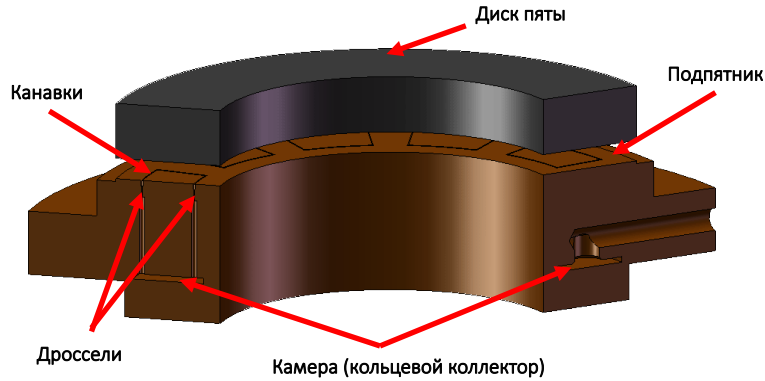
Образование вулканизированной резины в процессе формования

- Навье-стокса
- Энергии
- Массопереноса (с измененной правой частью)
- Режим расчета «очень вязкое течение»



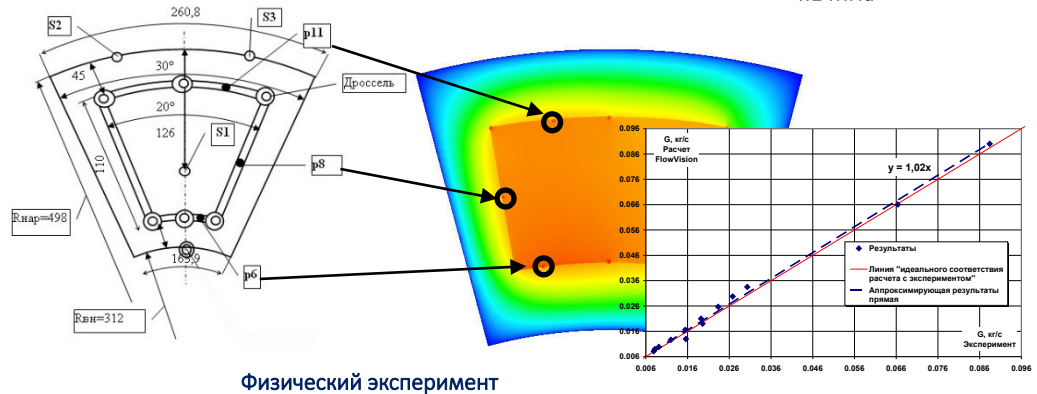
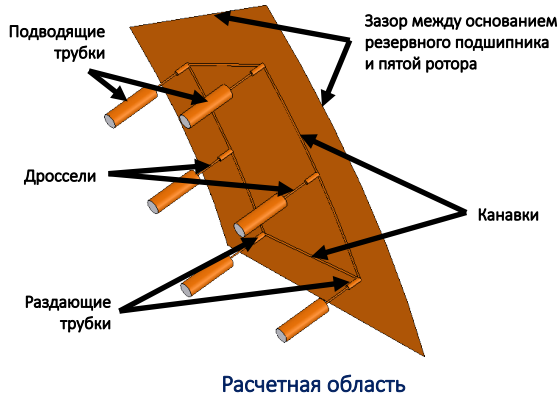
Образование вулканизированной резины в процессе формования

Течение в резервном подшипнике турбомшины



Распределение давления
Зазор: 36 – 41 мкм
9.9 Мпа

Распределение давления
Зазор: 95 – 107 мкм
4.1 МПа

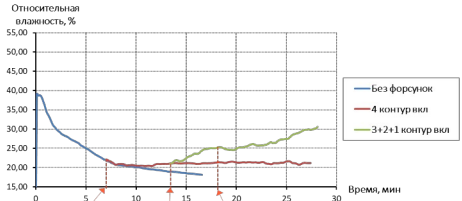


Физический эксперимент

Функциональное моделирование

Течение среды + Контур системы управления

- Совместное решение задачи двумя решателями – CFD и MDS – с подключением контура управления из SimuLink, SiminTech или прочих систем



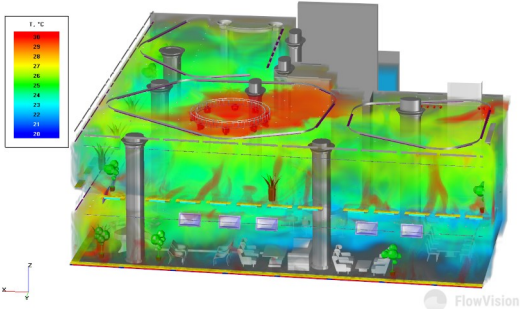
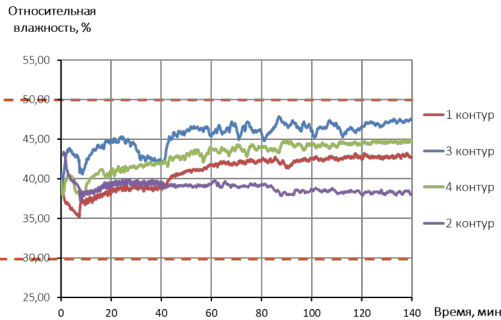
Выключение форсунок 4-го контура

Выключение форсунок 1-го и 3-го контуров

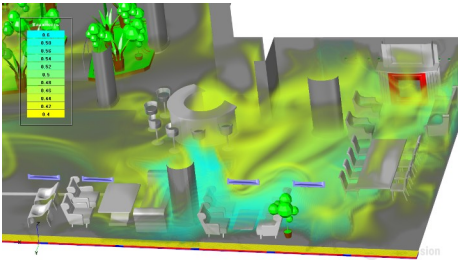
Выключение форсунок 2-го контура

Верхняя граница комфортной влажности

Нижняя граница комфортной влажности



Объемное распределение температуры



Объемное распределение влажности

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Основные возможности

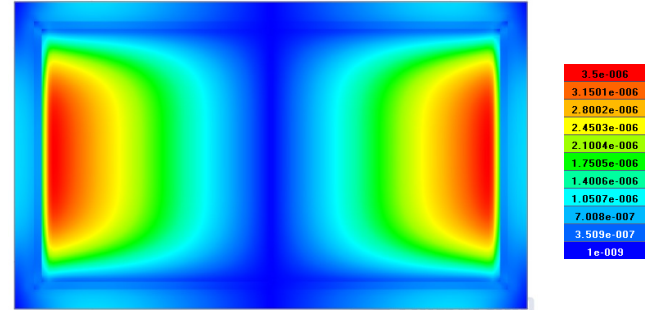
Базовый решатель

- Стационарные уравнения Максвелла
- Электрическое поле
- Электрическое поле в присутствии магнитного
- Ферромагнетизм
- Зависимость вязкости среды от магнитного поля
- Учет падения потенциала на межфазных границах
- Задание объемного внешнего заряда
- Задание внешнего электрического тока
- Задание внешнего магнитного поля

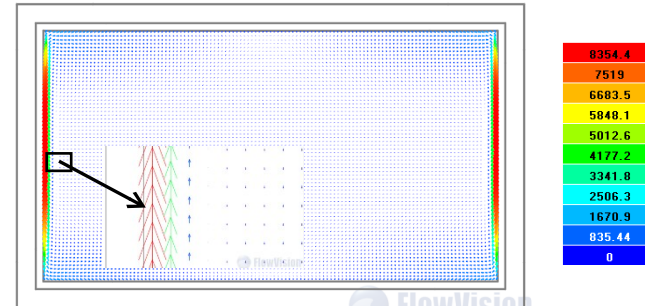
Течение в квадратной трубе: Изолированная труба

Теория [2] $\frac{dP}{dx} = \sigma_{pb} U_0 B_0^2 / Ha = 69.1 Pa$

Расчет FV $\frac{dP}{dx} = 75.5 Pa$



Магнитная индукция [Тл]



Электрический ток [А/м2]

Многодисциплинарная постановка

Работа искрового разрядника – течение плазмы

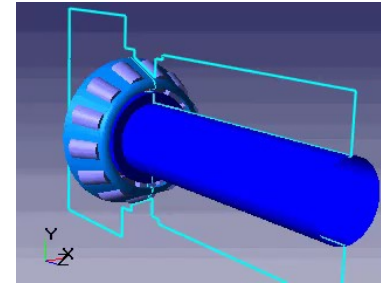
- Уравнения Навье-Стокса
- Уравнений Энергии
- Сопряженный теплообмен
- Абляция
- Излучение
- Стационарные уравнения Максвелла

ДИНАМИКА ТЕЛ

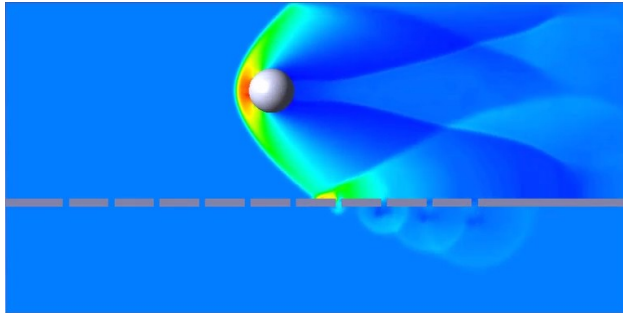
Основные возможности

Базовый решатель

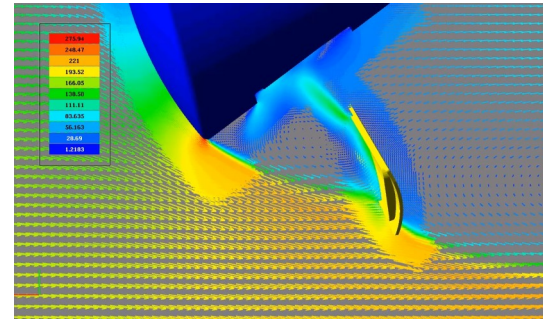
- 6 степеней свободы
- Решение прямой задачи с заданием параметров движения тел
- Решение обратной задачи с определением характеристик движения тел
- Жесткое тело
- Упругое тело с помощью прочностного решателя или API/MBC
- Изменение формы и движения тела на основе Motion Capture



Прямое задание вращательного движения



Прямое задание поступательного движения



Определение траектории крышки отсека тормозного парашюта космического корабля при ее сбросе

Движение тела

Поступательное

- Скорость постоянная, переменная
- Сила постоянная, переменная
- Сила от ускорения (например свободного падения)
- Сила от внешнего обтекания (трение и давление)
- Задание ограничений движения

$$V = \left(V_{user} + \frac{F_{user} \cdot dt}{m} + \frac{F_{hydr} \cdot dt}{m} \right)$$

Угловое

- Скорость постоянная, переменная
- Момент постоянный, переменный
- Момент от внешнего обтекания (трение и давление)
- Задание ограничений движения

$$\omega = \left(\omega_{user} + J^{-1} \cdot T_{user} \cdot dt + J^{-1} \cdot T_{hydr} \cdot dt \right)$$

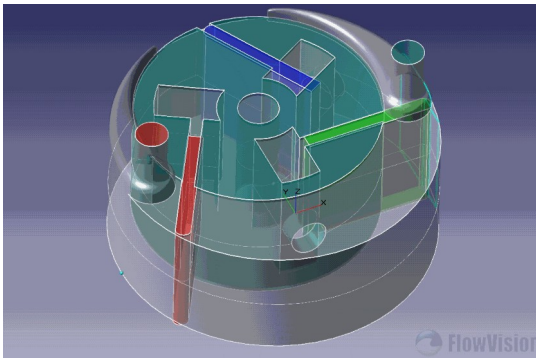
[-] Поступательное движение	(ВремяСкорости [с])=(X=0; Y=
[-] ВремяСкорости [с]	(X=0; Y=0; Z=0)
[-] Скорость [м/с]	(X=0; Y=0; Z=0)
[-] ВремяСил [с]	(X=10000000000; Y=1000000000
[-] Внешняя сила [Н]	(X=0; Y=0; Z=0)
[-] ГидроСила [Н]	(X=Нет; Y=Нет; Z=Нет)
[-] Демпфирующий параметр	1

[-] Вращение	(Использовать центр инерци
[-] Использовать центр инерци	Да
[-] Центр вращения	(X=0; Y=0; Z=0)
[-] ВремяСкорости [с]	(X=0; Y=0; Z=0)
[-] Скорость вращения [рад	(X=0; Y=0; Z=10)
[-] ВремяМоментов [с]	(X=10000000000; Y=100000000
[-] Внешний момент [Н*м]	(X=0; Y=0; Z=0)
[-] ГидроМомент [Н*м]	(X=Нет; Y=Нет; Z=Нет)
[-] Демпфирующий параметр	1

Кинематические сборки

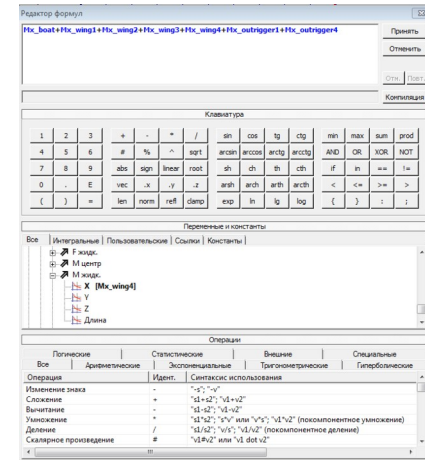
Задание движения

- Движение каждого элемента задается в абсолютной системе координат
- Движение каждого элемента задается как зависимое от родительского объекта
- Для задания связи между элементами кинематической сборки используются пользовательские уравнения в Редакторе формул



Роторно-пластинчатый насос

$$Pz_F1 = \frac{1}{100} \sin(w t)^2 w + \frac{1}{100} \cos(w t)^3 w - \frac{7197}{500000} \sin(w t)^2 w \sqrt{\frac{1}{\sin(w t)^2}} - \frac{7197 \cos(w t)^2 w}{500000} + \frac{7197 \cos(w t)^2 w}{500000} \sqrt{\frac{1}{\sin(w t)^2}} w - 50000000 \cos(w t) \sin(w t)^3 w + 50000000 \cos(w t)^3 \sin(w t) w - 143940000 \cos(w t) \sin(w t)^3 \sqrt{\frac{1}{\sin(w t)^2}} w + 143940000 \cos(w t)^3 \sin(w t) \sqrt{\frac{1}{\sin(w t)^2}} w - \frac{71970000 \cos(w t)^3 w}{\sin(w t) \sqrt{\frac{1}{\sin(w t)^2}}} + 587531382 \cos(w t) \sin(w t) w + \frac{71970000 \cos(w t) w}{\sin(w t) \sqrt{\frac{1}{\sin(w t)^2}}} - 143940000 \sqrt{\frac{1}{\sin(w t)^2}} \sin(w t) \cos(w t) w \left/ \left(1000000 \operatorname{sqrt}\left(25000000 \cos(w t)^2 \sin(w t)^2 + 71970000 \cos(w t)^2 \sin(w t)^2 \sqrt{\frac{1}{\sin(w t)^2}} + 51796809 \cos(w t)^2 - 51796809 + 345562500 \sin(w t)^2 - 71970000 \sqrt{\frac{1}{\sin(w t)^2}} \sin(w t)^2 \right) \right.$$



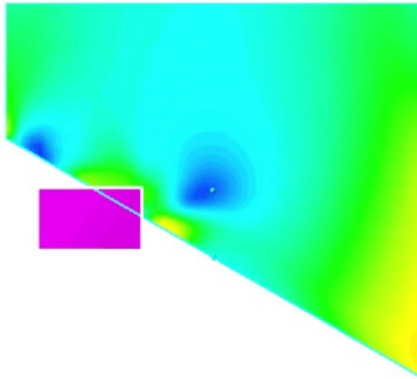
Контактное взаимодействие

Явный контакт отсутствует

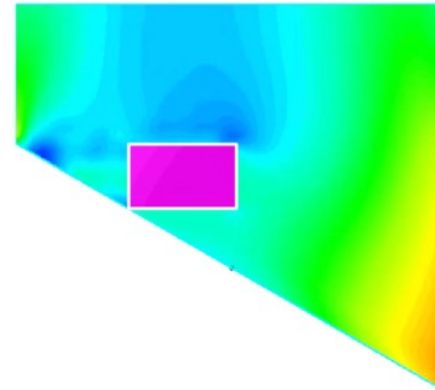
- Учет контакта через сторонний решатель или через ограничители

Ограничители

- **Тело над плоскостью.** Указывается плоскость, которую не может пересечь никакая точка подвижного тела
- **Точка на теле – объект.** Указывается точка и объект, который эта точка не может пересечь



Без ограничителя плоскость

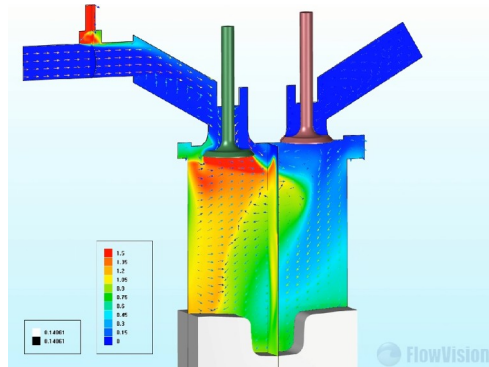


С ограничителем плоскость

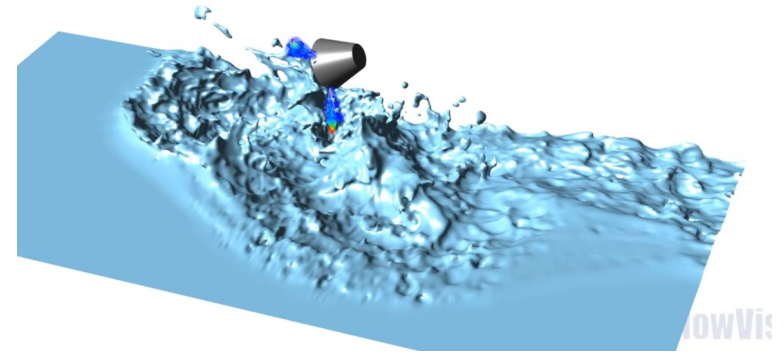
Многодисциплинарная постановка

Динамика тела + Течение среды

- Совместное решение задачи двумя решателями – CFD и MDS
- Поддержка технологии подсеточного разрешения геометрии
- Влияние течения на характеристики движения тел
- Поддержка параллельных вычислений



Процесс в работающем ДВС



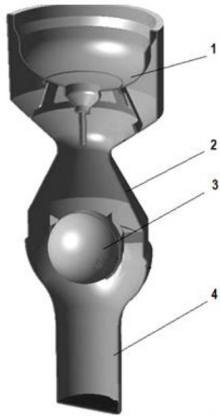
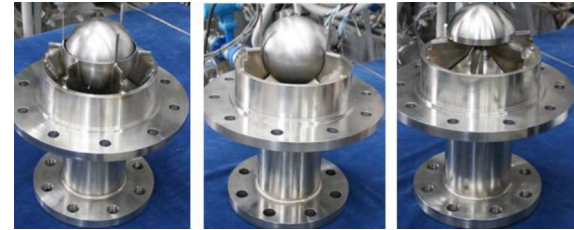
Приводнение космического корабля



Прецессия и нутация ракеты

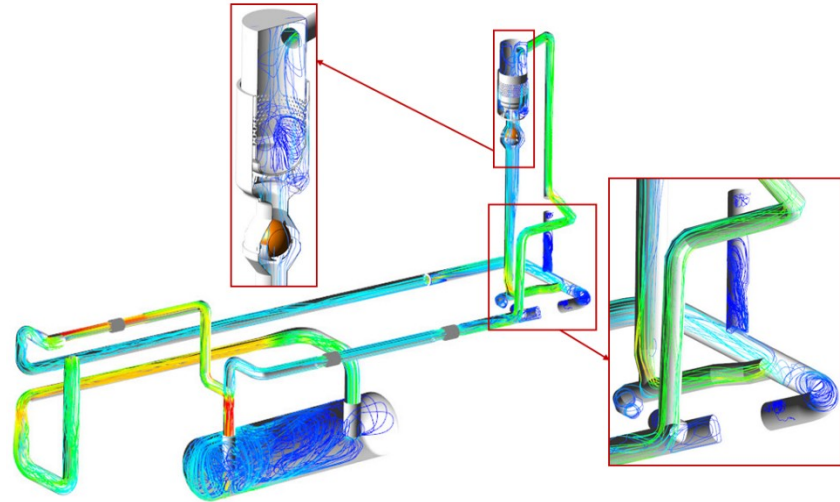
Исследование гидродинамики обратного клапана

- Моделирования работы ОК и оптимизация геометрической конструкции
- Исследование упрощенной модели ОК в масштабе 1:5
- Исследование полномасштабной модели

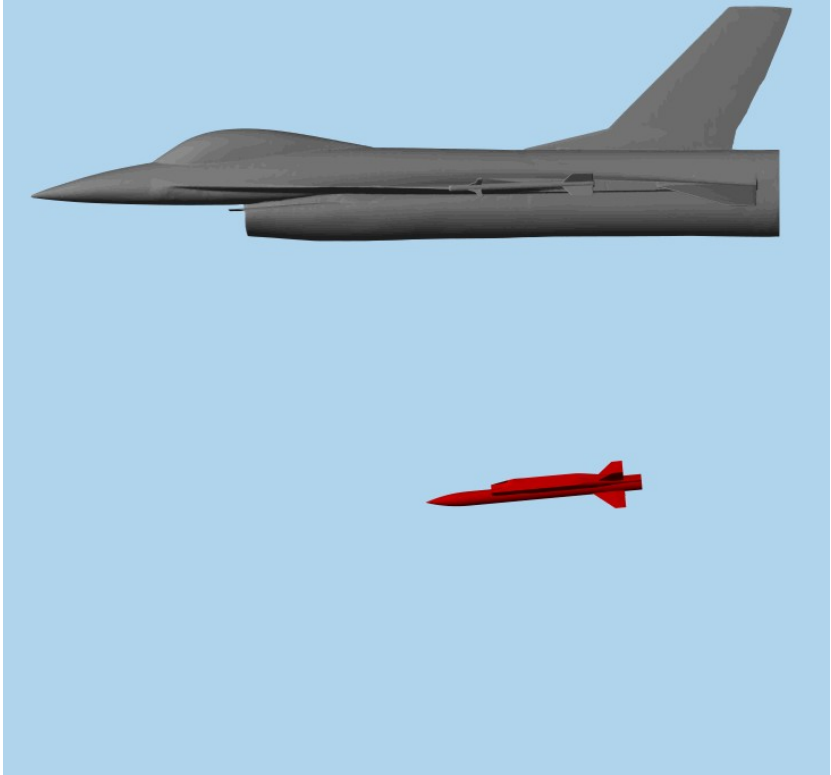
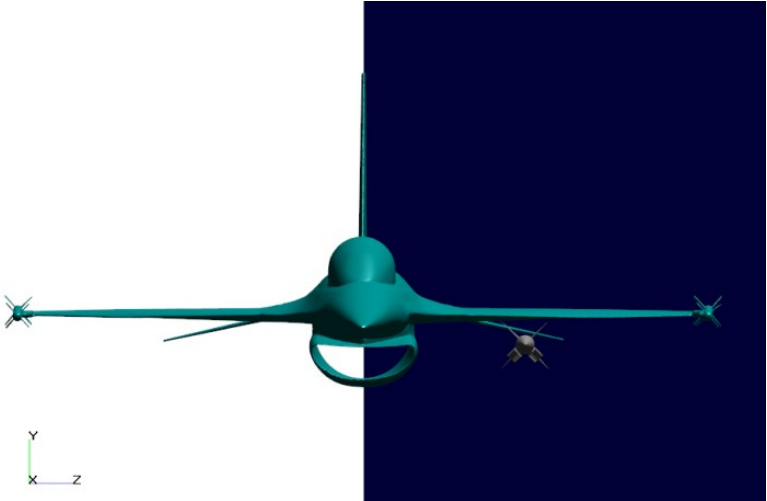


1 – днище теплообменника, 2 – проточная часть клапана,
3 – запирающий элемент, 4 – подводящий трубопровод

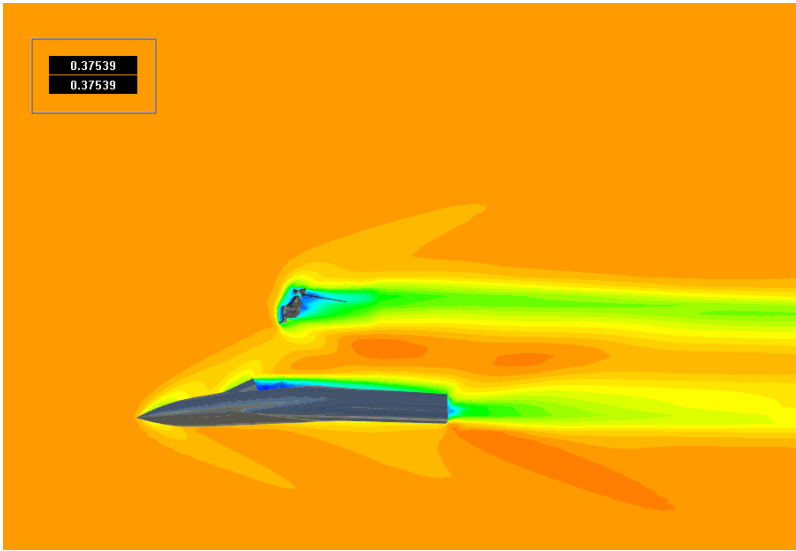
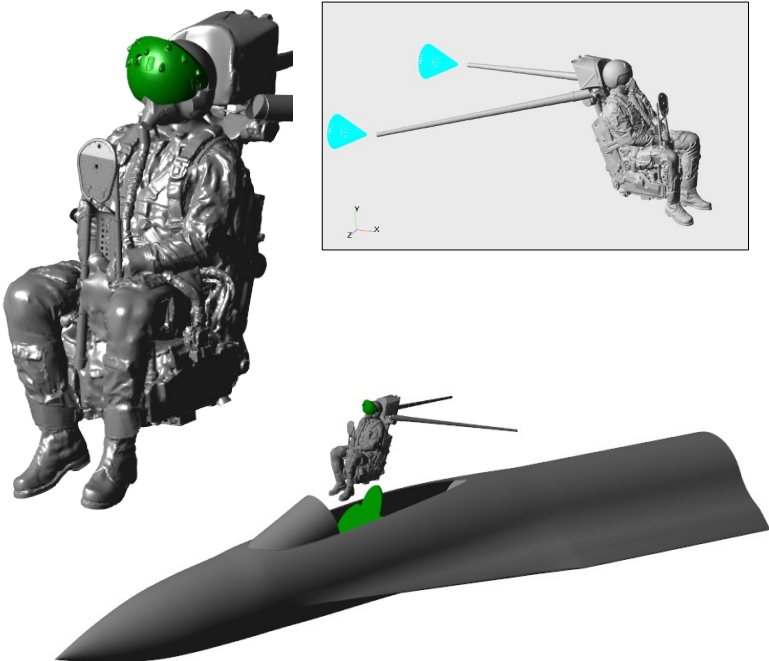
Подвижное
тело
Модель зазора



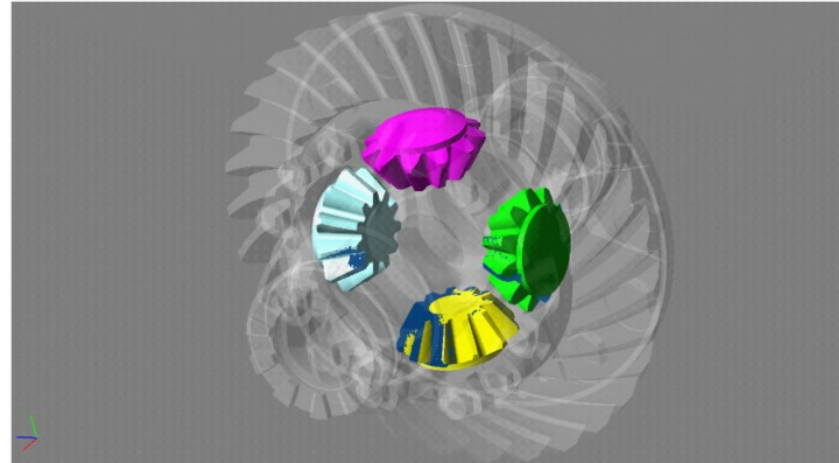
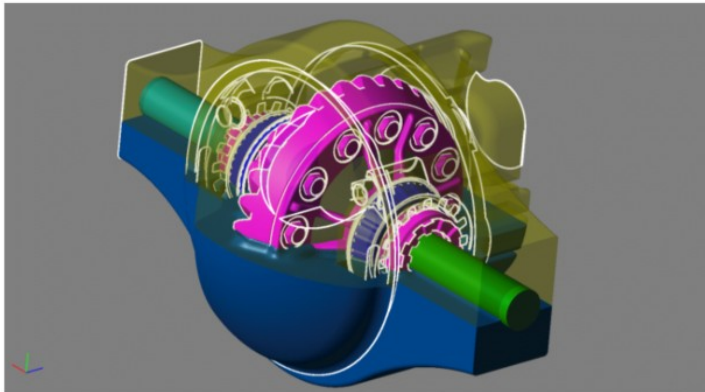
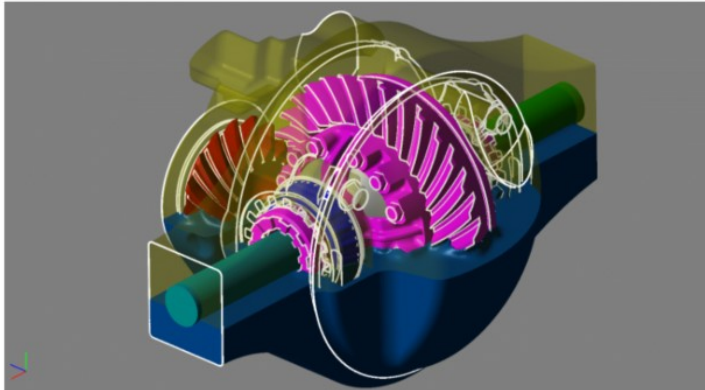
Сброс подвески



Процесс катапультирования



Циркуляция смазки в зубчатых передачах

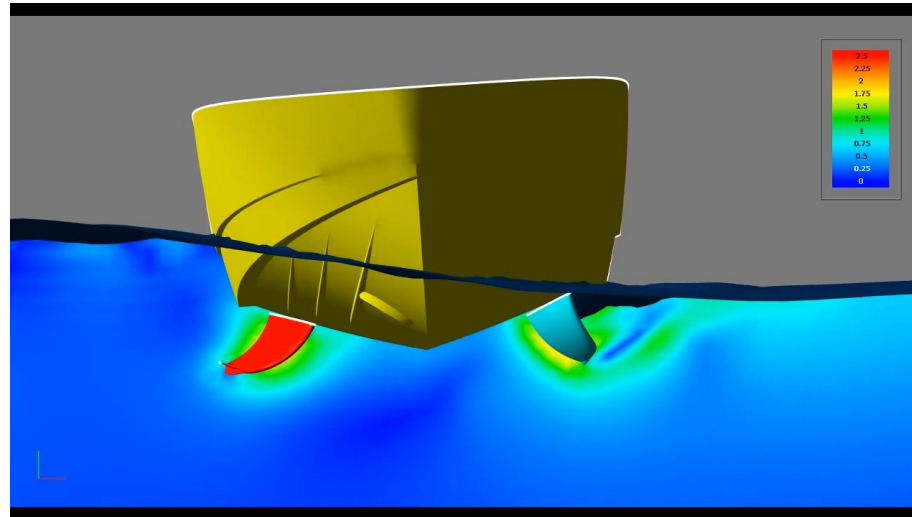


- Моделирование циркуляции при разных значениях температуры окружающей среды и начальной температуры смазки
- Определение смазываемости в зацеплении методом определения омываемой поверхности

Функциональное моделирование

Динамика тела + Течение среды + Контур системы управления

- Совместное решение задачи двумя решателями – CFD и MDS – с подключением контура управления из SimuLink или SiminTech



Работа системы гашения колебаний с обратной связью

Характеристики тел

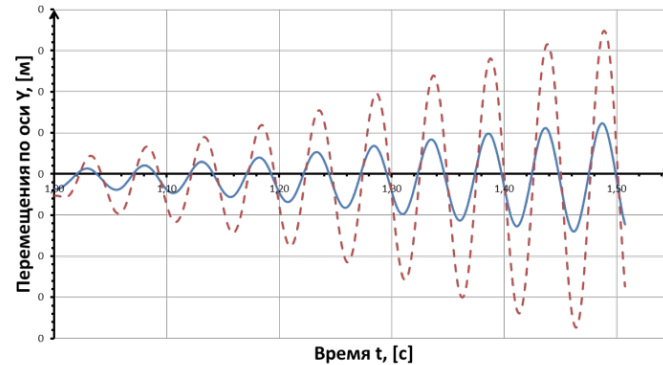
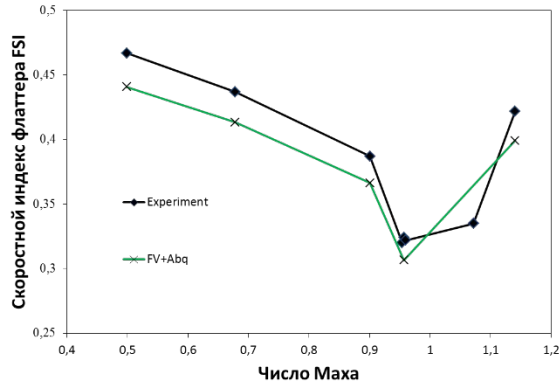
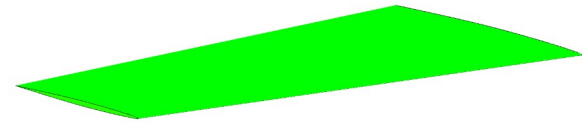
Данные, получаемые из решения во временной шкале

	Подвижное тело	Подвижное тело #0
Координаты центра	Центр вращения X	-0.070000371186212
	Центр вращения Y	0.074632909602278
	Центр вращения Z	0
Вектор скорости	Скорость X	-1.4681553910976e-005
	Скорость Y	-0.437540448557
	Скорость Z	0
Угловая скорость	Угловая скорость X	0
	Угловая скорость Y	0
	Угловая скорость Z	-11.285823563291
Матрица поворота	Поворот XX	0.92134393416505
	Поворот XY	-0.38874844691301
	Поворот XZ	0
	Поворот YX	0.38874844691301
	Поворот YY	0.92134393416505
	Поворот YZ	0
	Поворот ZX	-0
	Поворот ZY	0
	Поворот ZZ	1
Силы	F тело X	-7.9312842807003e-006
	F тело Y	-0.57834889073209
	F тело Z	0
Моменты	M тело X	0
	M тело Y	0
	M тело Z	-0.0054365320489306

АЭРО- И ГИДРОУПРУГОСТЬ

Основные возможности

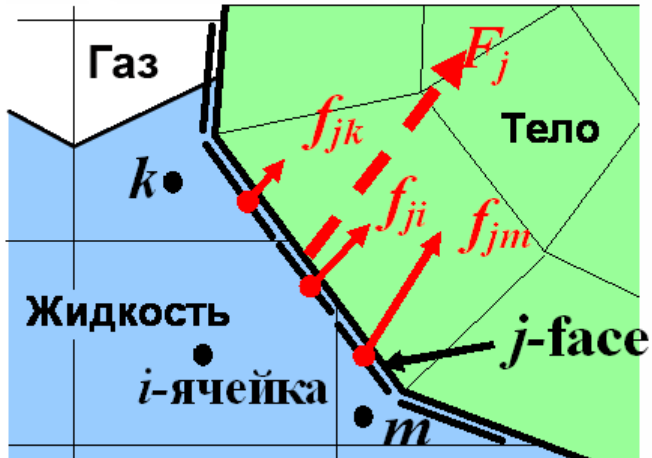
- Несжимаемые и сжимаемые, сплошные и дисперсные среды
- Многофазные среды, массообмен, включая химические реакции
- Работа на уровне детали и сборки, в том числе в составе механизмов
- Стационарные и динамические/нестационарные режимы
- Комбинация жестких и деформируемых тел
- Взаимодействие с SIMULIA Abaqus (Dassault Systemes); MSC Nastran (Hexagon); WinMachine (ООО «НТЦ АПМ»)
- Изменение формы и движения тела на основе Motion Capture



Непосредственное сопряжение и через CFD-поверхность

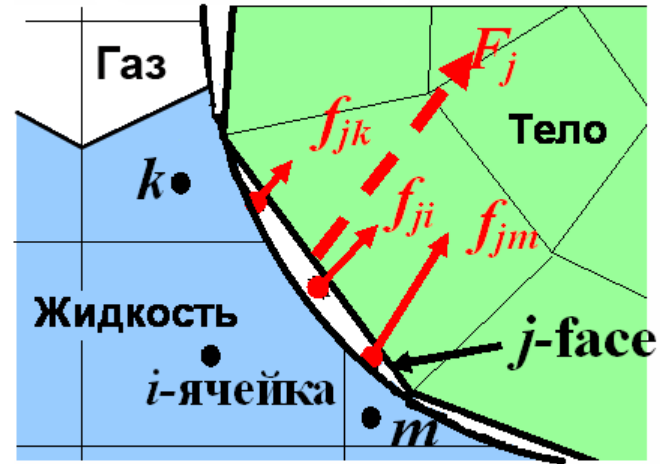
Непосредственно

- поверхность конечных элементов и есть CFD поверхность;
- не используются дополнительные интерполяторы.

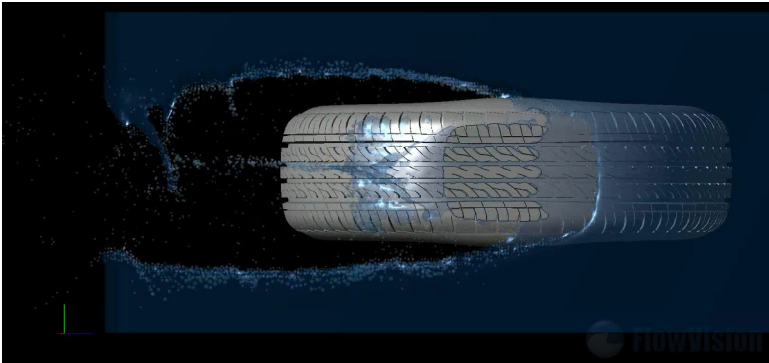
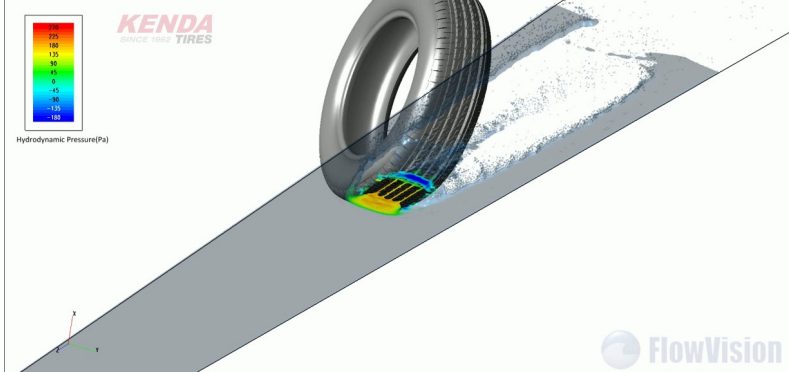
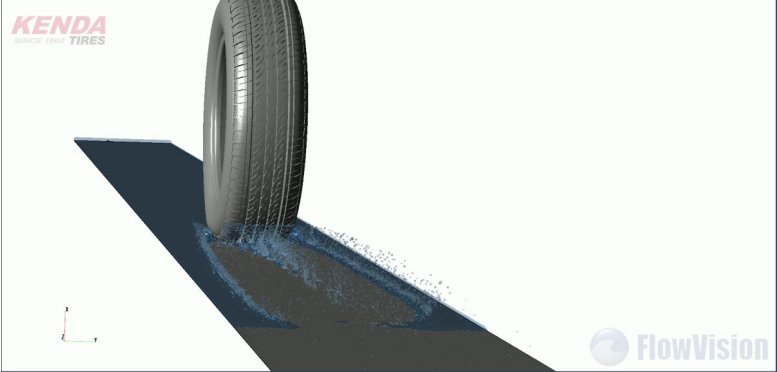


Поверхность-посредник

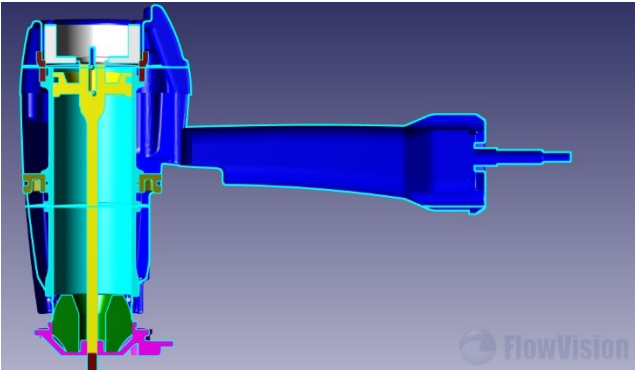
- поверхность конечных элементов не совпадает с CFD поверхностью;
- используется интерполятор для аппроксимации данных с CFD на FE поверхность и обратно.



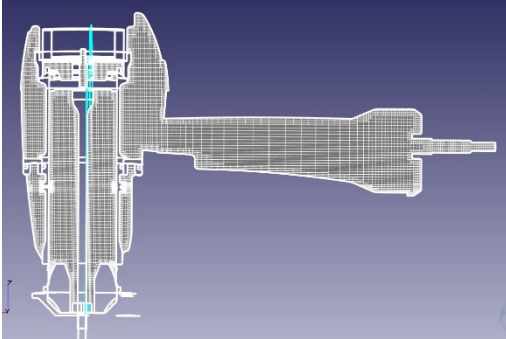
Аквапланирование шины



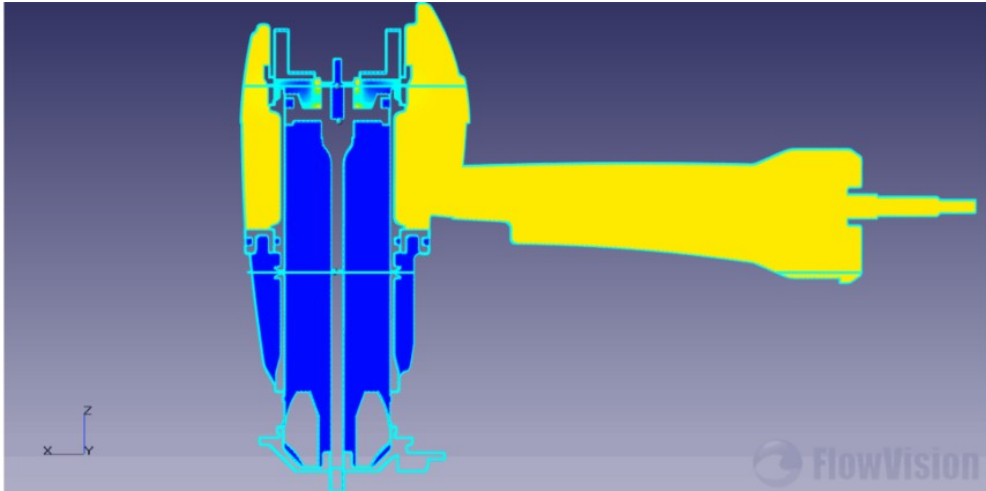
Пневмомолоток



Общий вид

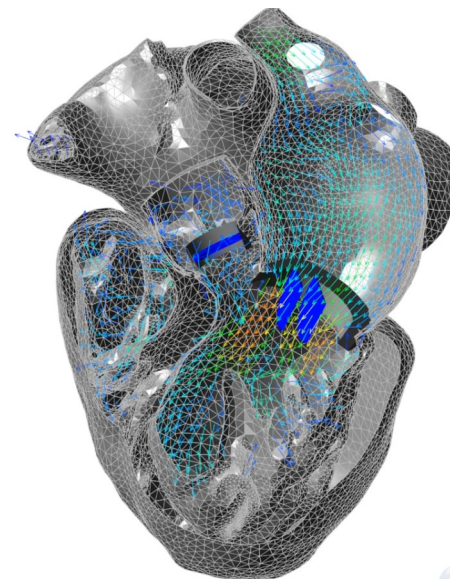
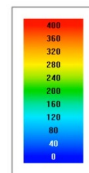
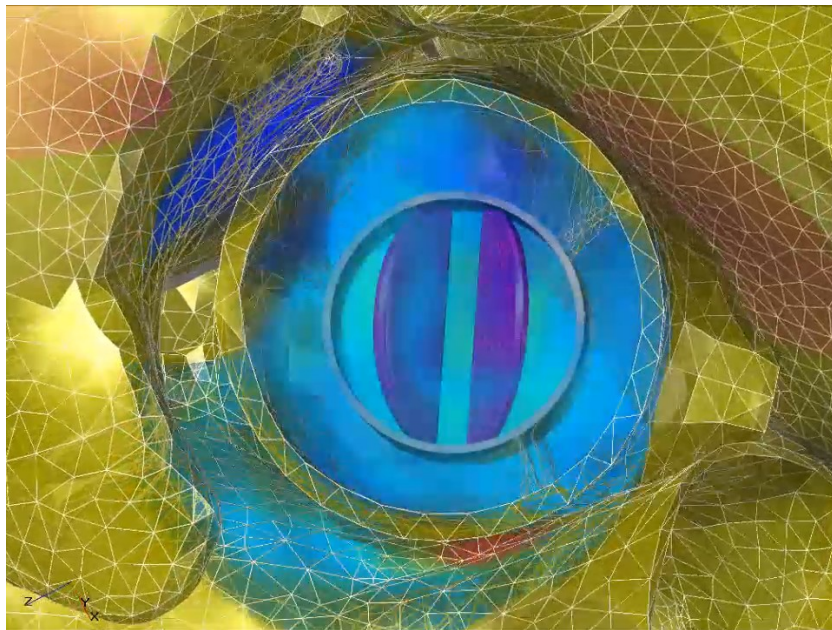


Расчетная сетка



Изменение давления газа

Моделирование сердечно-сосудистой системы

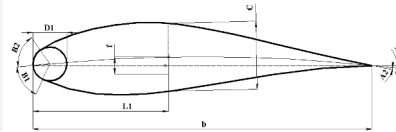


ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

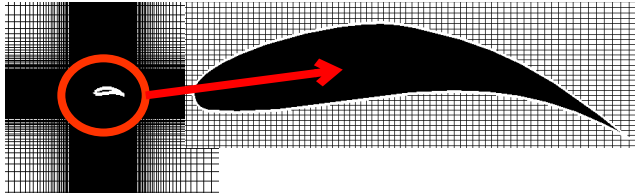
Оптимизация формы тела

Постановка задачи


- поиск формы профиля с максимальным аэродинамическим качеством
- поиск формы профиля с максимальной подъемной силой




Изменяемые параметры	Постоянные величины
f – параметр кривизны	b – Хорда профиля
c - параметр толщины	$A_1 A_2$ - углы
D_1 – диаметр скругления носика	




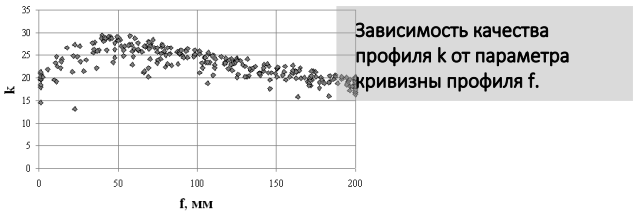
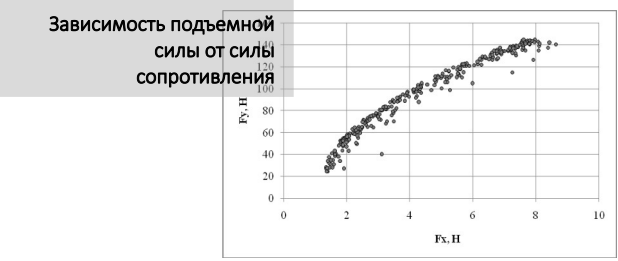
max
Качество



max Качество и
Подъемная сила



max
Подъемная сила

АКУСТИКА

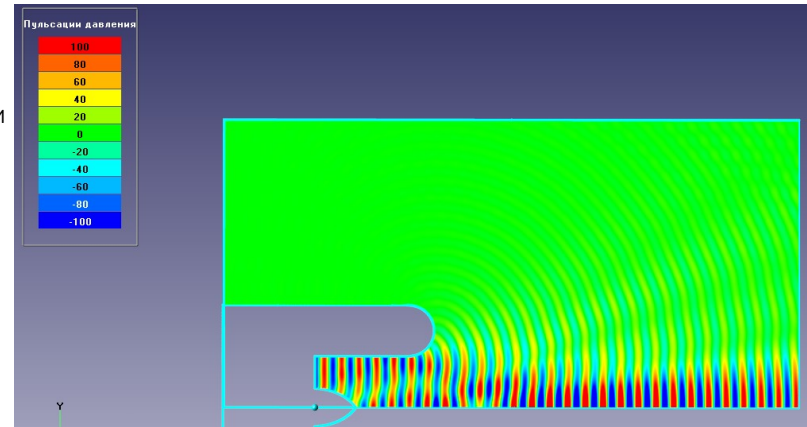
Основные возможности

Базовый решатель

- Возможность оценки тонального шума, возникающего в процессе работы механизмов и течения гидродинамических потоков для дозвуковых течений
- Основано на акустико-вихревом методе
- В качестве источника используются результаты CFD расчета или функции заданные пользователем
- Использование неравномерного CFD поля как основы для распространения волны

Основные допущения

- Поток дозвуковой
- Течение изоэнтропийное
- Внутренняя энергия не изменяется
- Вязкая диффузия не учитывается для распространения акустических колебаний
- Акустические колебания (вследствие сжимаемости среды) существенно меньше по сравнению с вихревыми колебаниями (вихревого и поступательного движения жидкости)



Пульсации давления в окрестности ВЗУ

FlowVision – многодисциплинарное моделирование

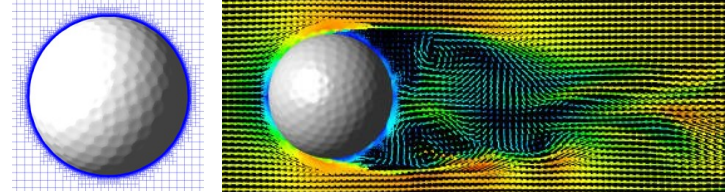


	Движение	Теплопередача	Излучение	Динамика тел	Электромагнетизм	Химическая кинетика	Акустика	Прочность
Движение	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Теплопередача			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Излучение				✓	✓	✓	✓	✓
Динамика тел					✓	✓	✓	✓
Электромагнетизм						✓	✓	✓
Химическая кинетика							✓	✓
Акустика								✓
Прочность								

Разрешение пограничного слоя

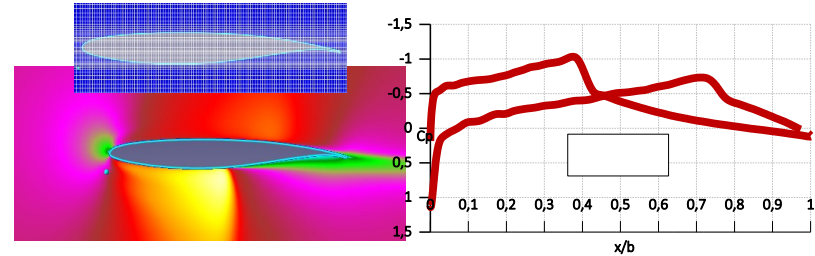
Явное разрешение основной сеткой

- сгущение начальной сетки вблизи границы или в ее окрестности
- адаптация сетки вблизи границы
- $30 > Y^+ > 1$



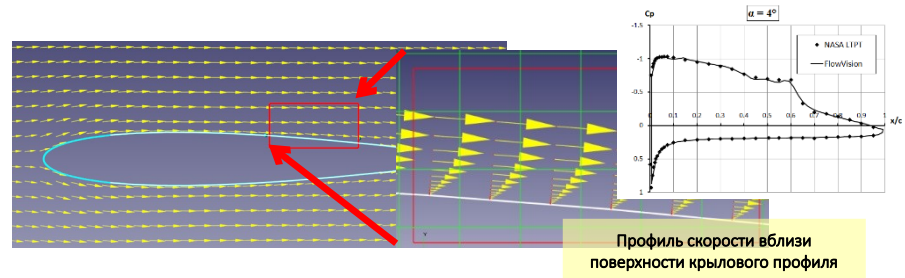
Пристеночные функции

- Учет ламинарного, переходного и логарифмического участков
- Учет градиента давления, кривизны и сжимаемости
- $Y^+ > 30$

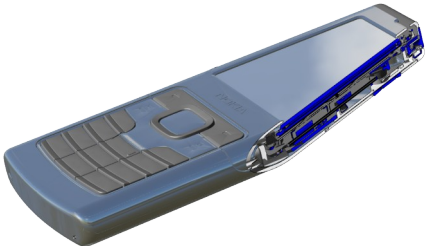


Явное разрешение сеткой типа «Химера»

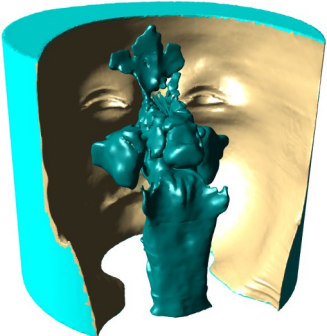
- Полное решение всех уравнений основной сетки
- Наложенная сетка
- Итерационный обмен данными с основной сеткой
- $Y^+ \approx 1$



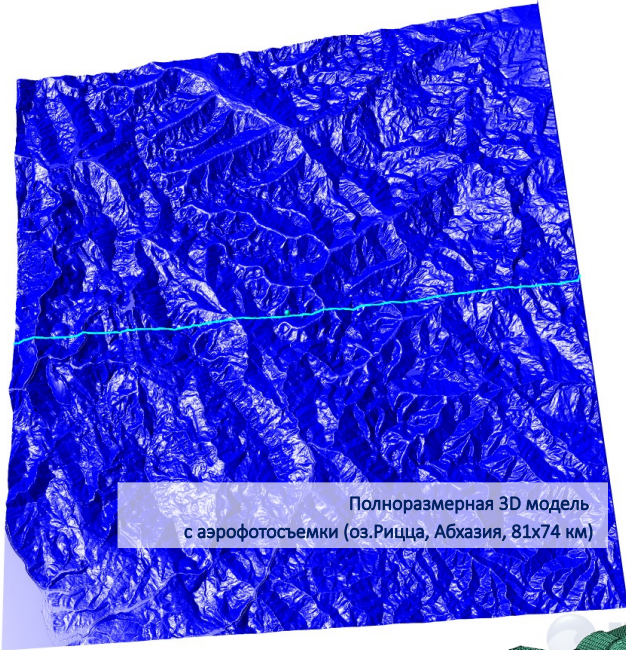
Работа с натурным геометрическим представлением



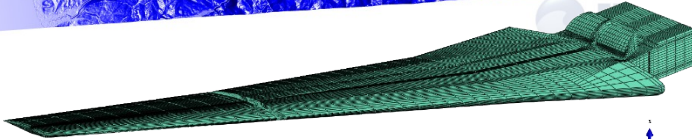
CAD-сборка, более 100 деталей:
зазоры, радиуса, фаски, малоразмерные
элементы, контактные поверхности



Облако точек скана МРТ



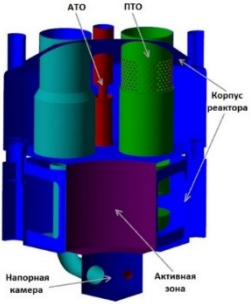
Полноразмерная 3D модель
с аэрофотосъемки (оз. Рицца, Абхазия, 81x74 км)



FEA-сетка с учетом зазора и контакта
между телами



Массив данных с Motion Capture

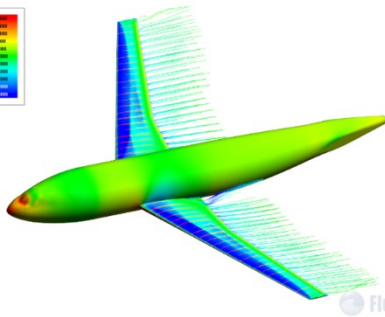
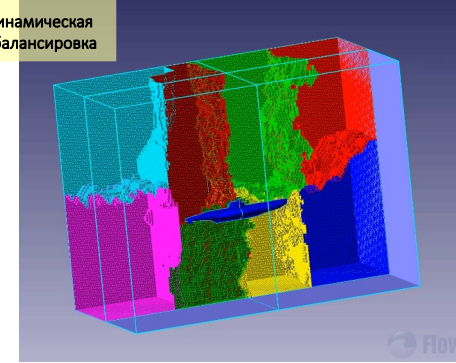


Крупногабаритная CAD-сборка с
учетом всех малоразмерных
конструкторских элементов

Системные возможности

- Единый алгебраический решатель – неявный/явный
- Многоуровневый режим параллельных вычислений с общей и распределенной памятью
- Распределенная архитектура «клиент-сервер»
- Поддержка платформ Windows, Linux и Эльбрус
- Поддержка распределенных вычислений при визуализации
- Автоматическая динамическая балансировка

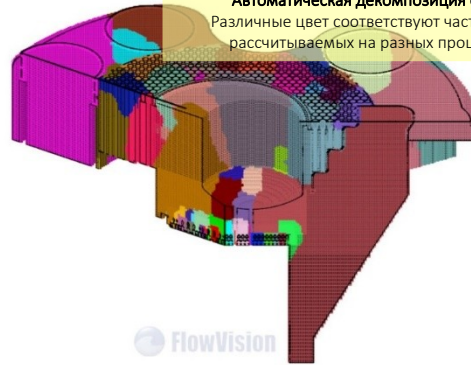
Динамическая
балансировка



Моделирование внешнего обтекания ЛА

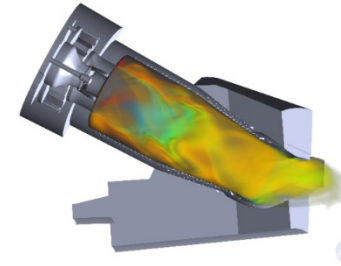
Размерность задачи: **576 млн. ячеек**
Количество неизвестных: **4032 млн.**

Автоматическая декомпозиция области:
Различные цвет соответствуют частям задачи, рассчитываемых на разных процессорах



Моделирование массо- и теплообмена жидкометаллического теплоносителя ЯЭУ

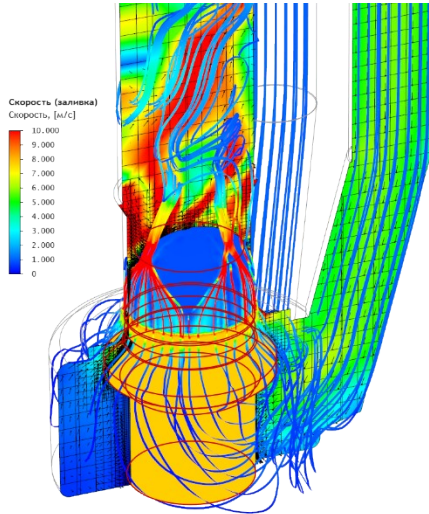
Размерность задачи: **58 млн. ячеек**
Количество неизвестных: **464 млн.**



Моделирование резонанса факела в КС ГТУ

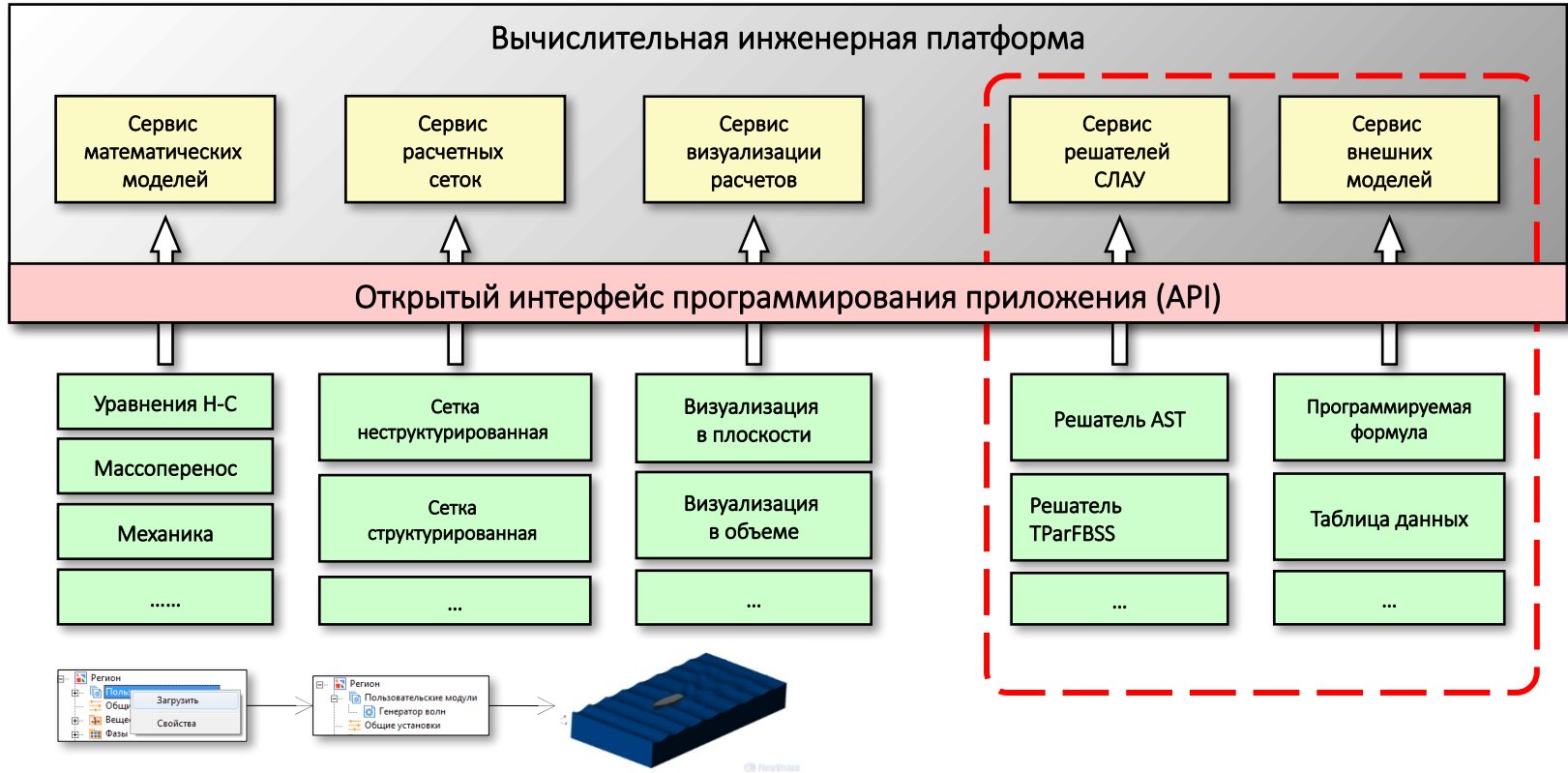
Размерность задачи: **6 млн. ячеек**
Количество неизвестных: **60 млн.**

Удобство использования



- Русскоязычная среда работы – Самоучитель, Документация, GUI, ТП, Вебинары
- Импорт геометрии из различных форматов: STL, VRML, MESH, ABAQUS, ANSYS, NASTRAN, Star CD cel, VTK, CEDRE NGEOM, IGES, STEP, QIF
- Малое время цикла постановки задачи на расчет
 - Работа со сложными сборками
 - Автоматическое построение расчетной сетки, динамическая адаптация
 - Использование отлаженных и хорошо себя зарекомендовавших в практике моделей физических процессов
 - Автоматическое многоуровневое распараллеливание вычислений и обработки
- Быстрый переход от экспресс-анализа к точному решению
- Минимальный потребный набор средств для отладки постановки задачи
- Доработка функционала под требования российского заказчика, в том числе реализация собственных Ноу-Хау пользователей в **FlowVision** с сохранением прав пользователя на интеллектуальную собственность
- «Короткий» доступ к разработчикам
- Широкий спектр пользователей – студенты, конструктора, ученые
- Гибкая система лицензирования для полноценного использования «железа»
- Визуализация течения различными средствами

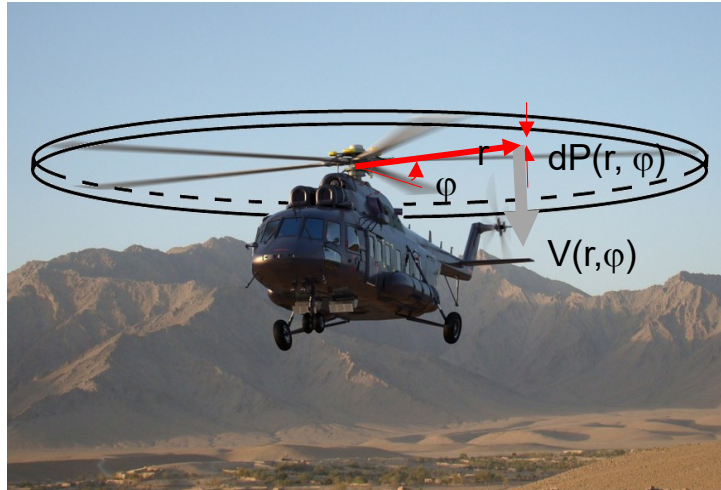
Вычислительная инженерная платформа



Активный диск

Авторская разработка: ЦАГИ

Правообладание: ЦАГИ



В параметрах модуля доступны для редактирования название связки и частота вращения активного диска. Также требуется загрузить файл в csv-формате, содержащий таблицу зависимости коэффициента упора K_T от относительной поступи J .

	A	B	C
1	J	Kt	
2	0	0.448763	
3	0.1	0.420739	
4	0.2	0.388007	
5	0.3	0.35115	
6	0.4	0.310747	
7	0.5	0.267377	
8	0.6	0.22162	
9	0.7	0.174053	
10	0.8	0.125257	
11	0.9	0.075811	
12	1	0.026293	
13	1.1	-0.02272	
14			

