

**РАСЧЁТНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ АСКОН
И КОНСОРЦИУМА РАЗВИТИЕ
ДЛЯ ЗАДАЧ СУДОСТРОЕНИЯ.
ТЕХНОЛОГИИ SPDM**



ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА СУДОСТРОЕНИЯ

РЕАЛИЗАЦИЯ И ПЛАНЫ

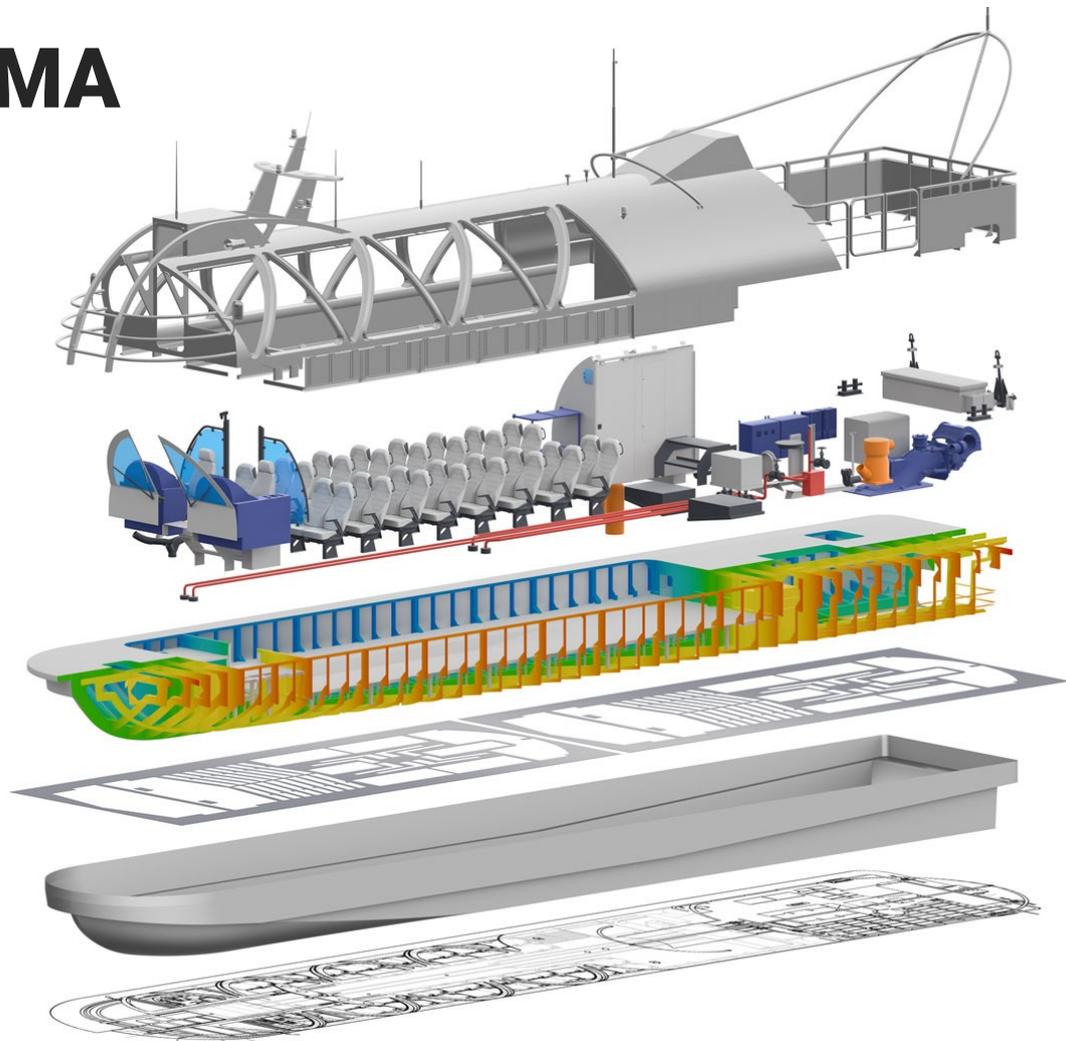
✓ Требования, системная архитектура

2D -документация верфи

Технология

Стапельное расписание

Данные испытаний и приемки



ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА СУДОСТРОЕНИЯ

РАЗРАБОТКА

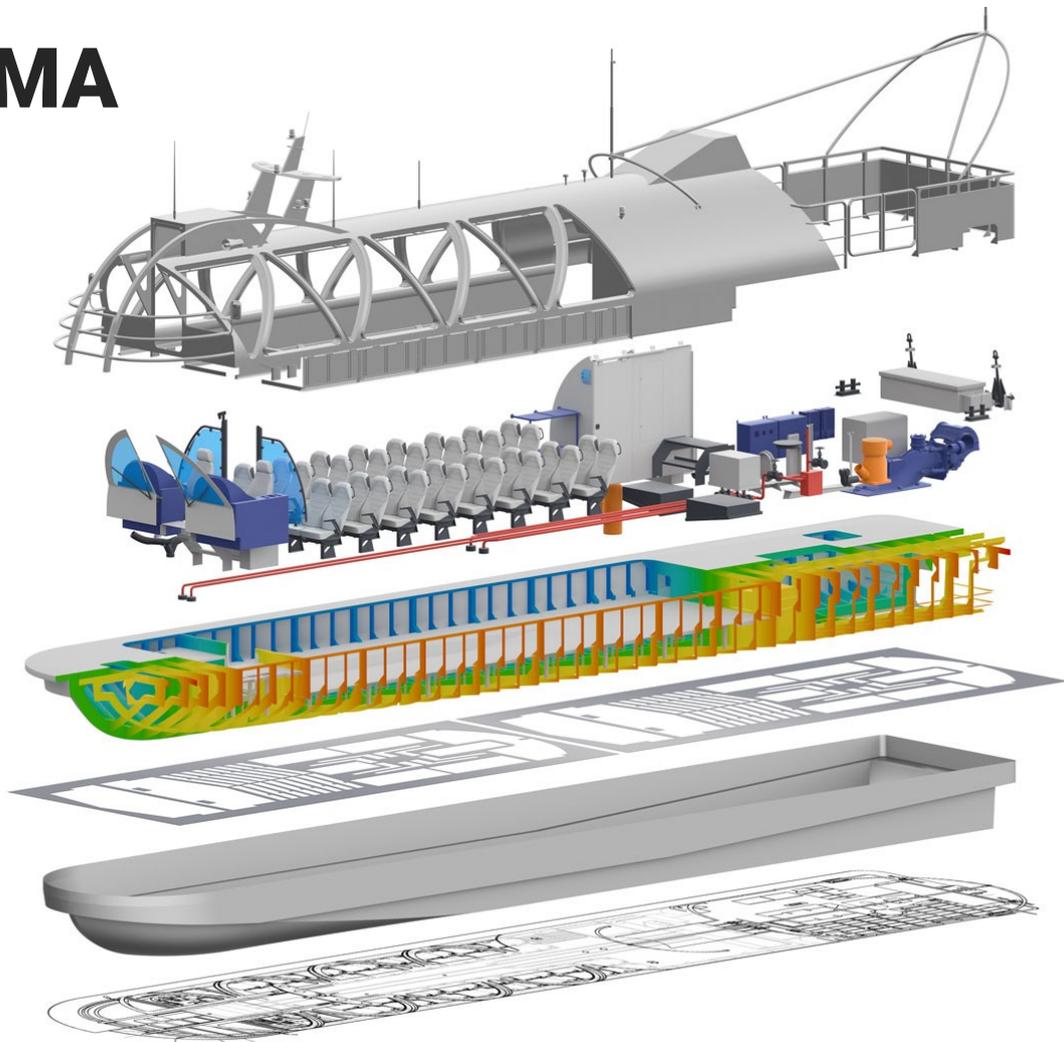
Теоретическая поверхность,
Инструкционная модель

Корпус

Судовые системы и оборудование

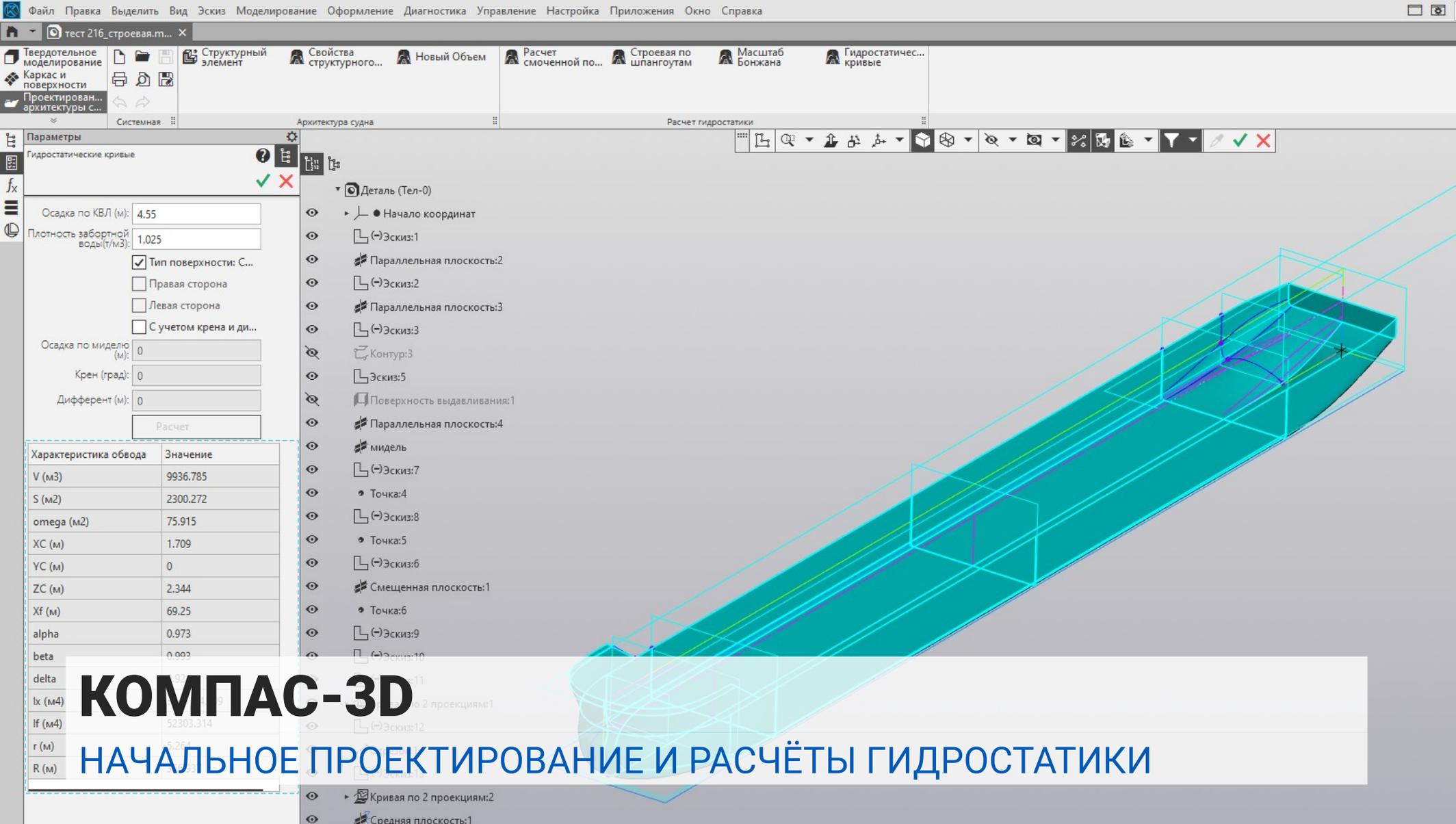
Инженерные расчёты

Контуры и карты раскроя





КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА МОДЕЛИ



Параметры

Гидростатические кривые

Осадка по КВЛ (м): 4,55

Плотность забортной воды(т/м3): 1,025

Тип поверхности: С...

Правая сторона

Левая сторона

С учетом крена и ди...

Осадка по миделю (м): 0

Крен (град): 0

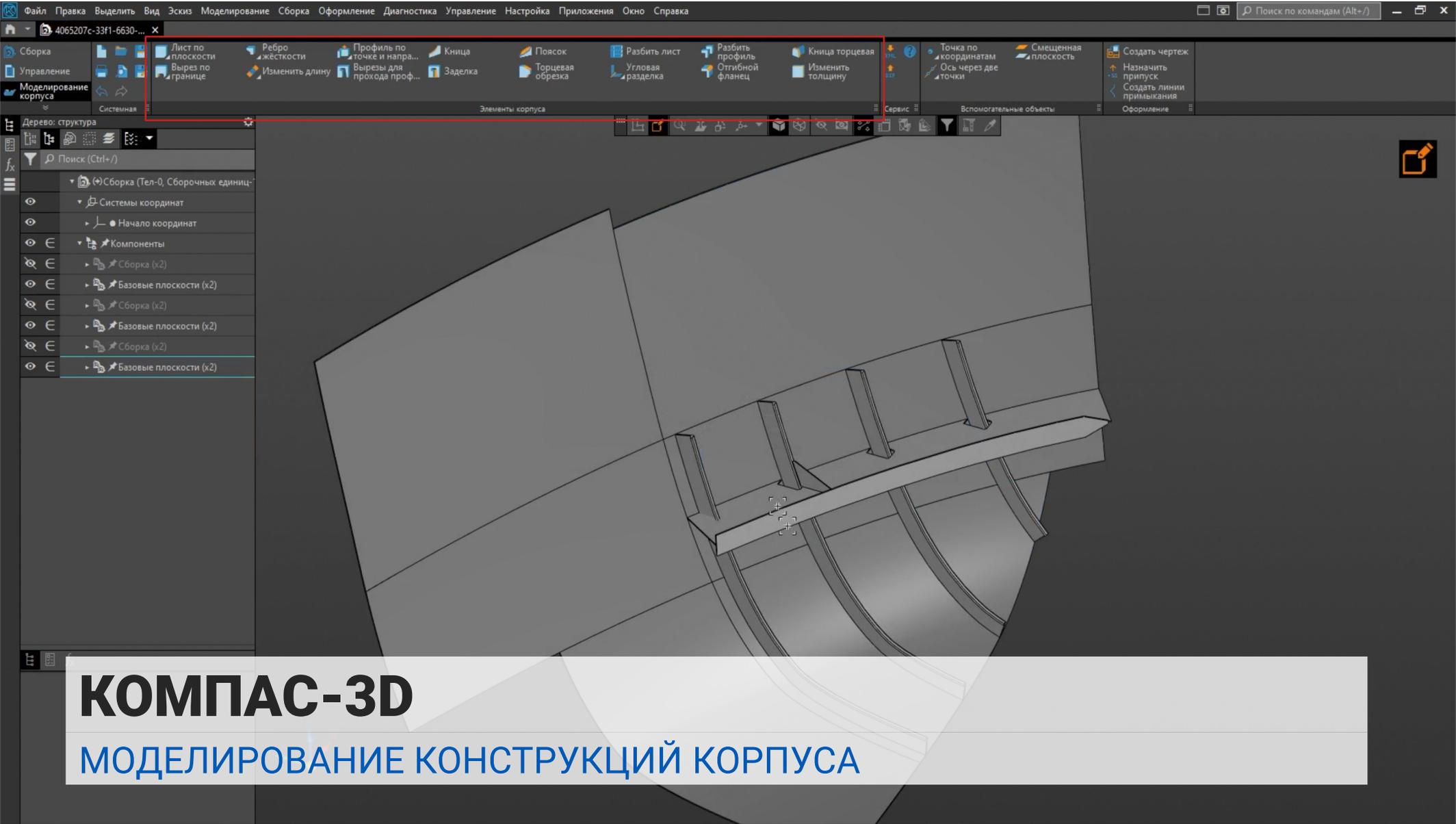
Дифферент (м): 0

Расчет

Характеристика обвода	Значение
V (м3)	9936.785
S (м2)	2300.272
omega (м2)	75.915
XC (м)	1.709
YC (м)	0
ZC (м)	2.344
Xf (м)	69.25
alpha	0.973
beta	0.002
delta	0.002
Ix (м4)	52303.314
If (м4)	3.261
r (м)	0.002
R (м)	0.002

КОМПАС-3D

НАЧАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЁТЫ ГИДРОСТАТИКИ



КОМПАС-3D

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСА



ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЁТЫ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ВЕНДОРЫ

Члены консорциума Развитие



Партнёры



ВЕНДОРЫ

CAD, CAE

Члены консорциума Развитие



Партнёры



САЕ-СИСТЕМЫ

Численное моделирование

APM FEM KompasFlow IOSO-K

Встроенные в КОМПАС-3D

APM WinMachine FlowVision

Динамика и прочность
Вычислительная гидрогазодинамика

IOSO

Параметрические расчёты,
параметрическая оптимизация,
управление расчётами

PRADIS

Численное моделирование
на системном уровне

САЕ-СИСТЕМЫ

Численное моделирование

APM FEM **KompasFlow** **IOSO-K**

Встроенные в КОМПАС-3D

APM WinMachine **FlowVision**

Динамика и прочность
Вычислительная гидрогазодинамика

IOSO

Параметрические расчёты,
параметрическая оптимизация,
управление расчётами

PRADIS

Численное моделирование
на системном уровне

APM FEM

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Статический расчёт

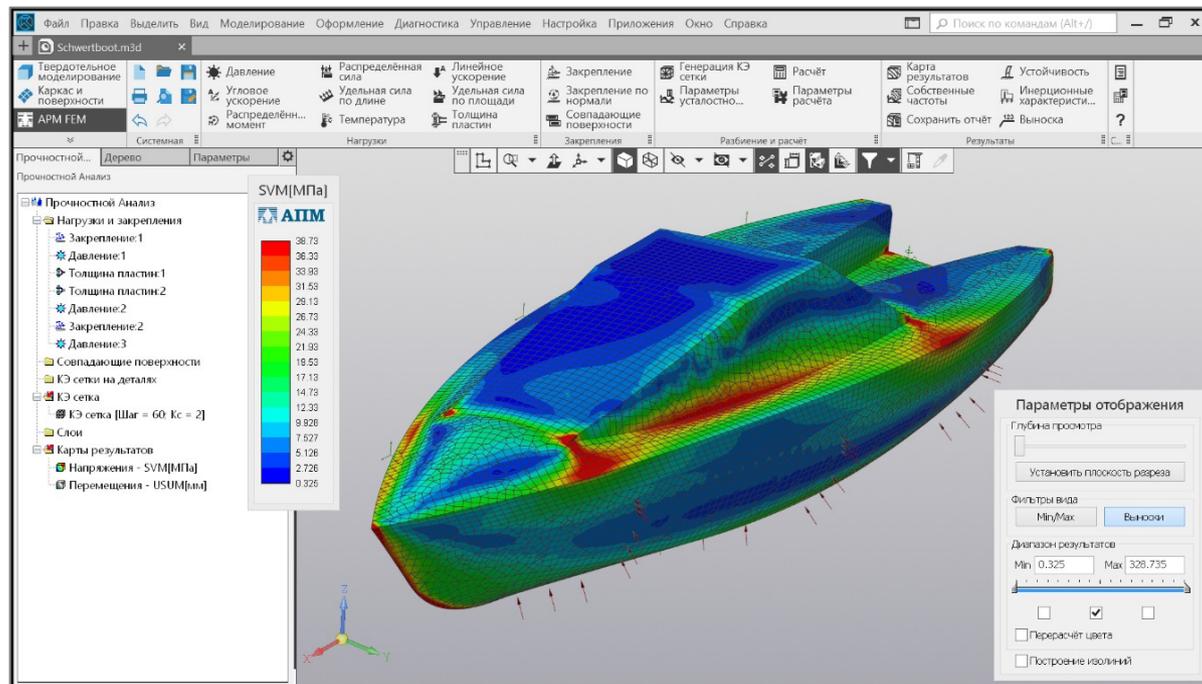
Теплопроводность
и термоупругость

Расчёт выносливости

Расчёт устойчивости

Анализ собственных частот
и форм колебаний

Топологическая оптимизация



KompasFlow

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Одна область течения

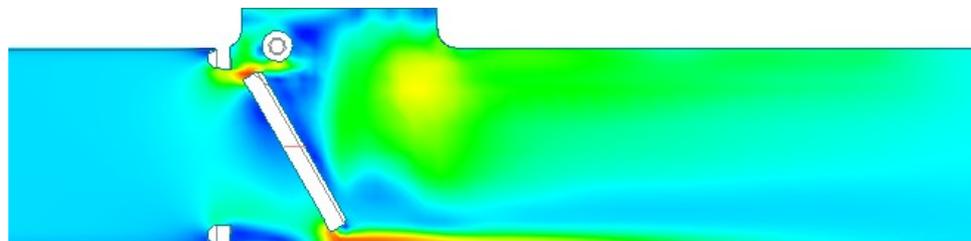
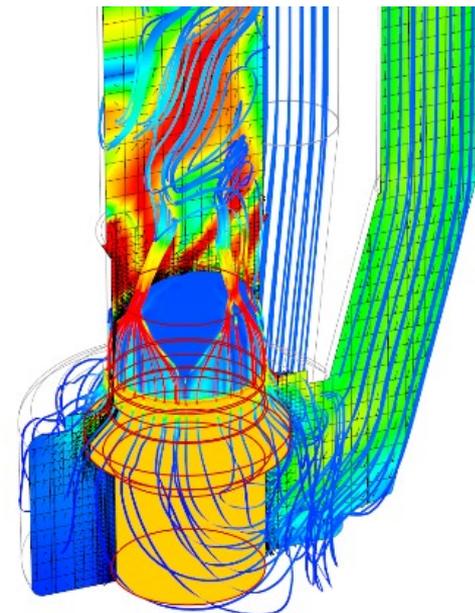
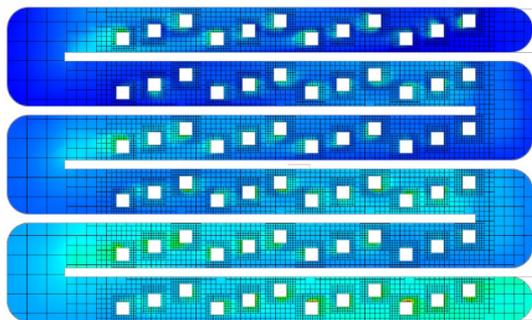
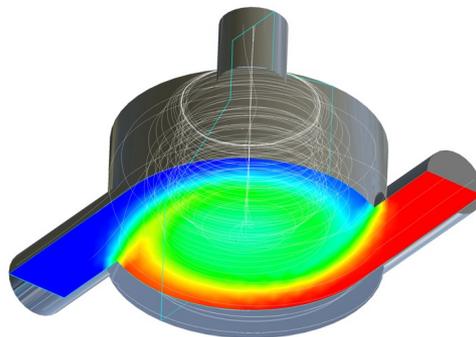
Однофазный поток

Однокомпонентный поток

Теплообмен

Сжимаемость

Турбулентность

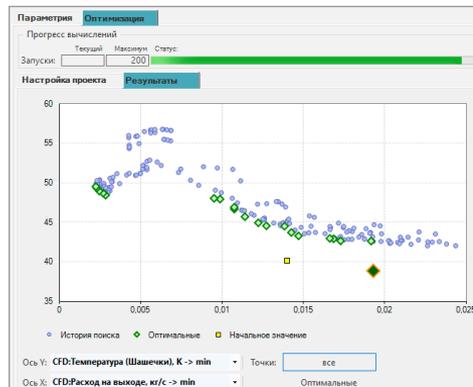


IOSO-K

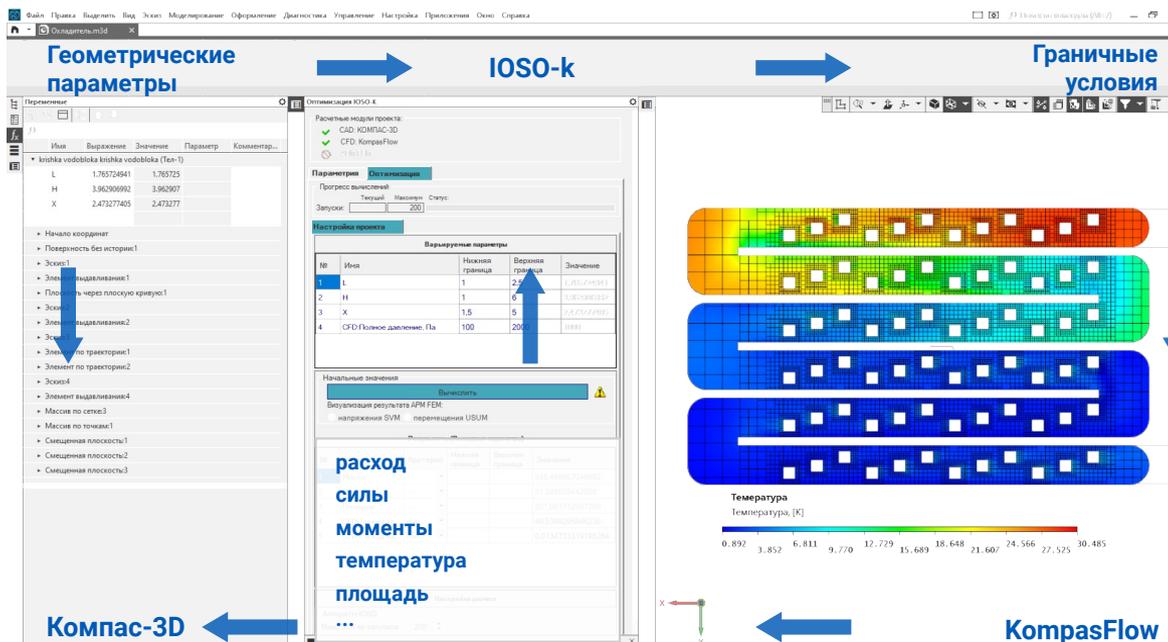
ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Параметрический анализ
и оптимизация

Параметры из
КОМПАС-3D,
АРМ FEM,
KompasFlow



№	L	H	X	CFD:Полное ...	CFD:Темпера...	CFD:Расход н...
28	1.47432	5.35943	2.69279	1288,61	44,9705	0.0137494
29	2.20484	2.59467	1.50000	2000,00	42,7111	0.0210755
30	1.000000	6.00000	1.50000	314,294	52,2303	0.00516180
31	1.000000	4.66573	1.50000	2000,00	43,4600	0.0185771
32	1.000000	4.03230	5.00000	1979,38	42,7092	0.0209909
33	1.41791	3.82521	5.00000	1933,41	42,4579	0.0207872
34	1.73723	3.55785	2.63360	1989,44	42,3022	0.0209032
35	1.60972	6.00000	1.85987	100,0000	48,9697	0.00244647
36	2.50000	3.90573	5.00000	100,0000	51,1652	0.00353123
37	1.32510	6.00000	5.00000	187,866	50,9502	0.00467054
38	1.44084	6.00000	1.50000	100,0000	49,5325	0.00223132
39	1.77654	4.12184	2.71647	568,637	48,7584	0.00994354
40	2.50000	3.09308	1.50000	2000,00	42,2236	0.0216080
41	1.000000	6.00000	1.50000	109,524	49,8315	0.00248463
42	2.50000	6.00000	5.00000	113,284	49,4530	0.00308728





**«СТАРШИЕ» CAE-СИСТЕМЫ
КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ**

САЕ-СИСТЕМЫ

Численное моделирование

APM FEM
KompasFlow
IOSO-K

Встроенные в КОМПАС-3D

APM WinMachine
FlowVision

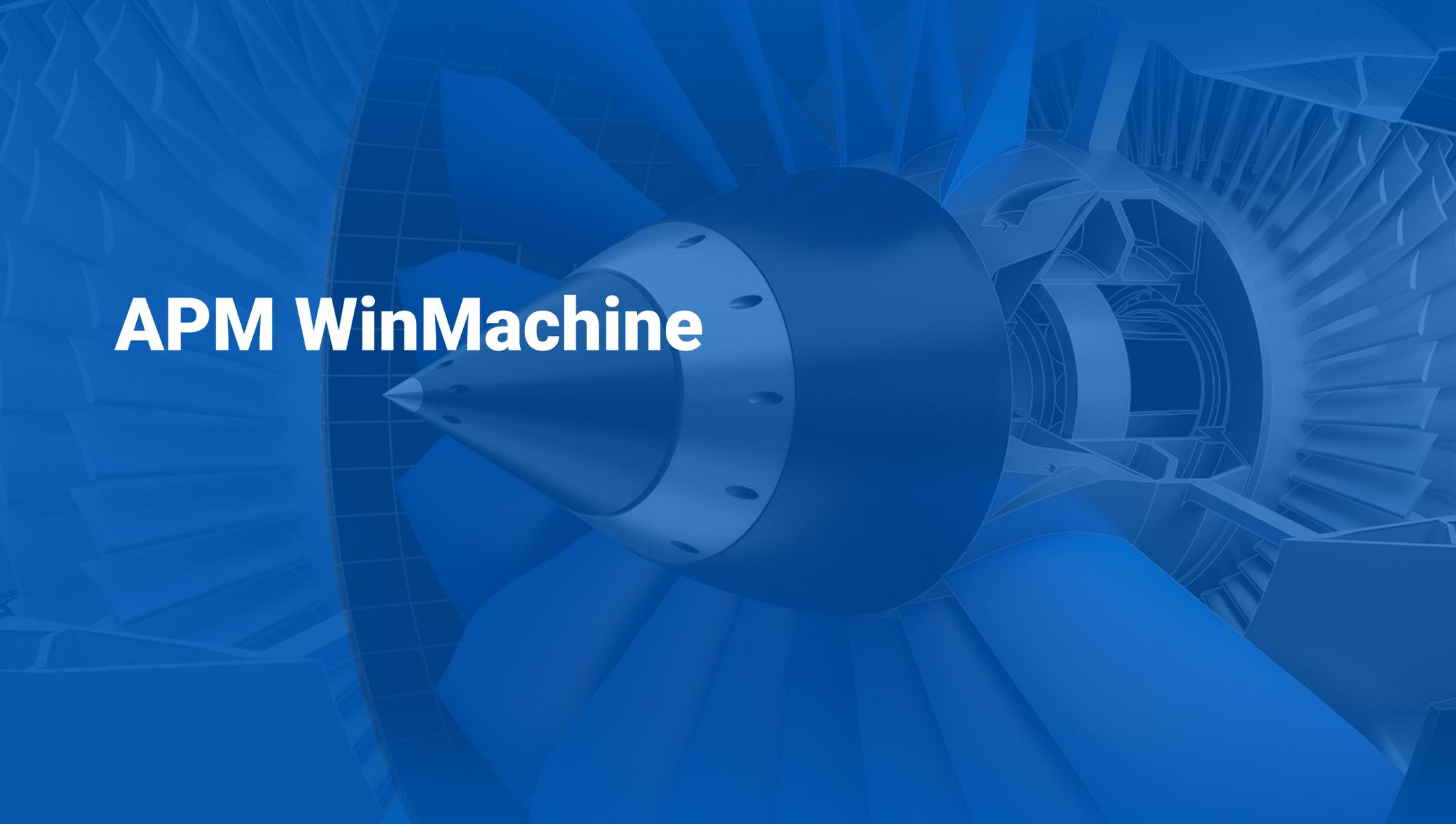
Динамика и прочность
Вычислительная гидрогазодинамика

IOSO

Параметрические расчёты,
параметрическая оптимизация,
управление расчётами

PRADIS

Численное моделирование
на системном уровне



APM WinMachine

APM WinMachine

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Линейный и нелинейный статический расчёт
(контакты, материалы, большие деформации)

Стационарная / нестационарная теплопроводность

Термоупругость

Собственные частоты и формы

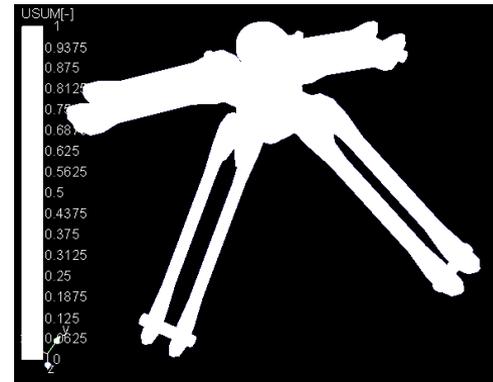
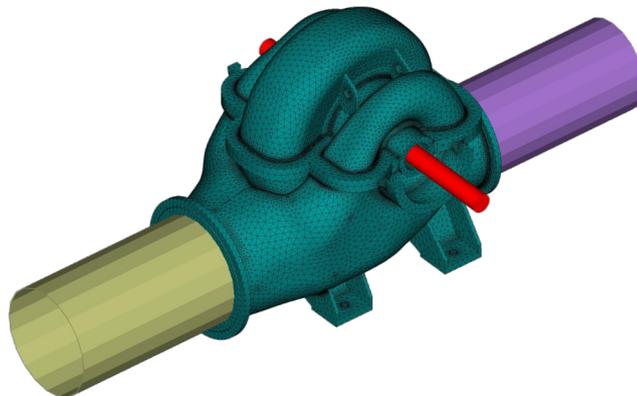
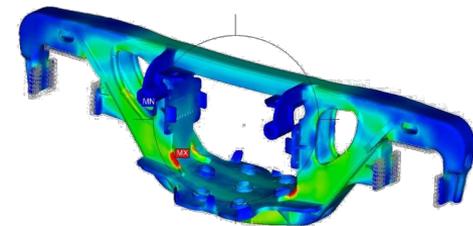
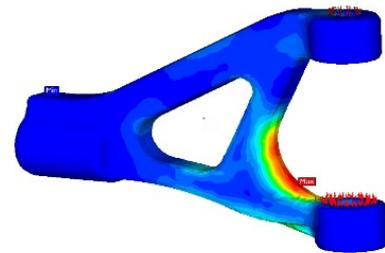
Гармонический отклик, ШСВ

Нелинейная динамика

Слоистые композиты

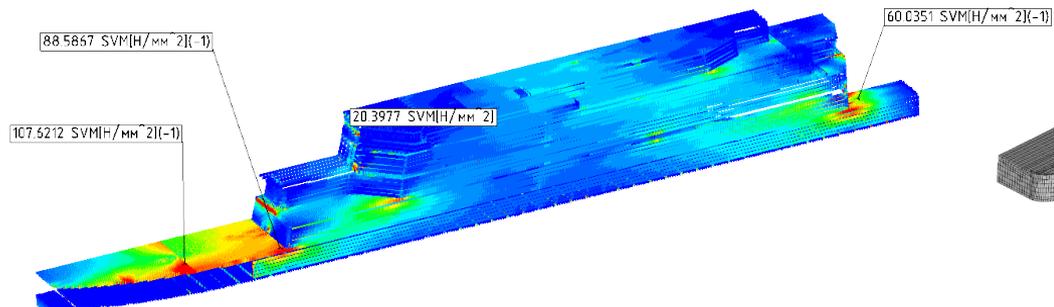
Топологическая оптимизация

Одно- и двухсторонний FSI

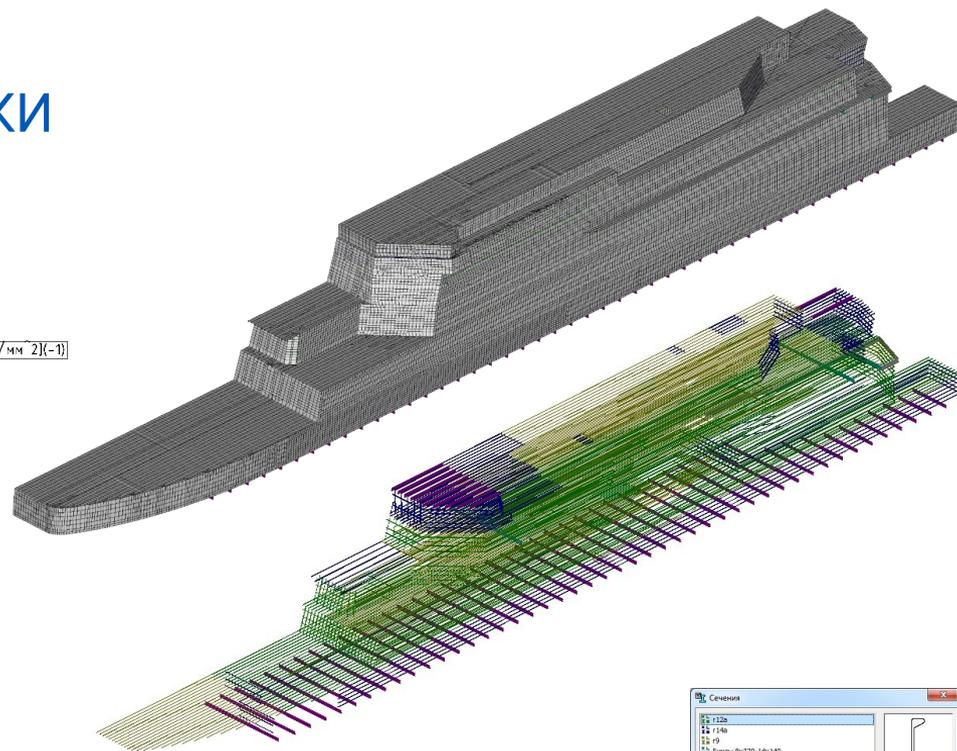


APM WinMachine

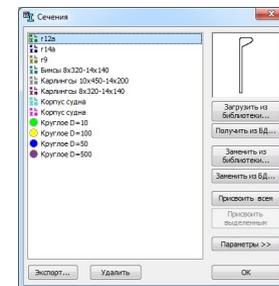
ПРОЧНОСТЬ ПАЛУБНОЙ НАДСТРОЙКИ



Напряжения
в силовых элементах
надстройки



Конечно-элементная
модель палубной
надстройки

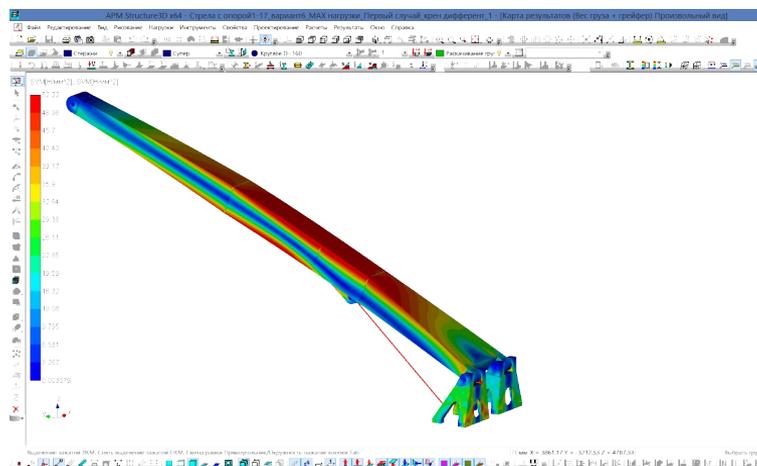
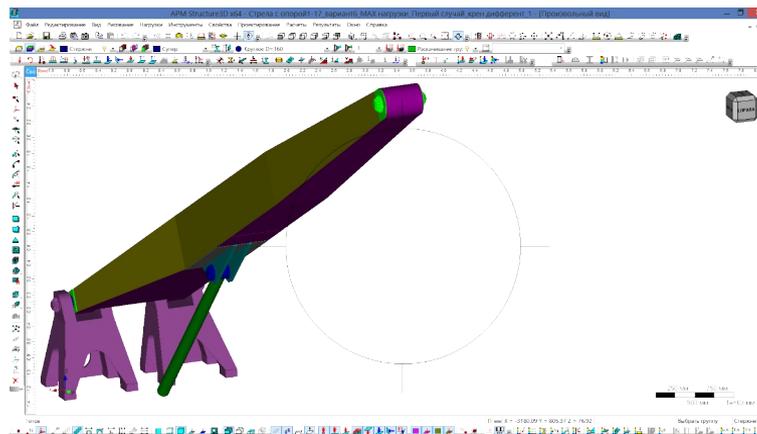


APM WinMachine

РАСЧЁТ СТРЕЛЫ СУДОВОГО КРАНА ЗАО «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ СУДОВЕРФЬ»

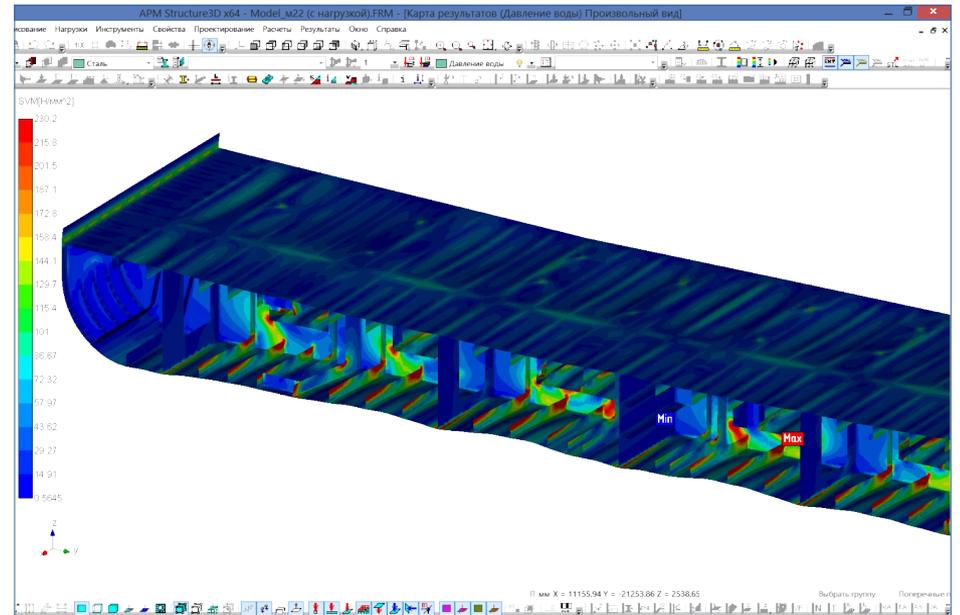
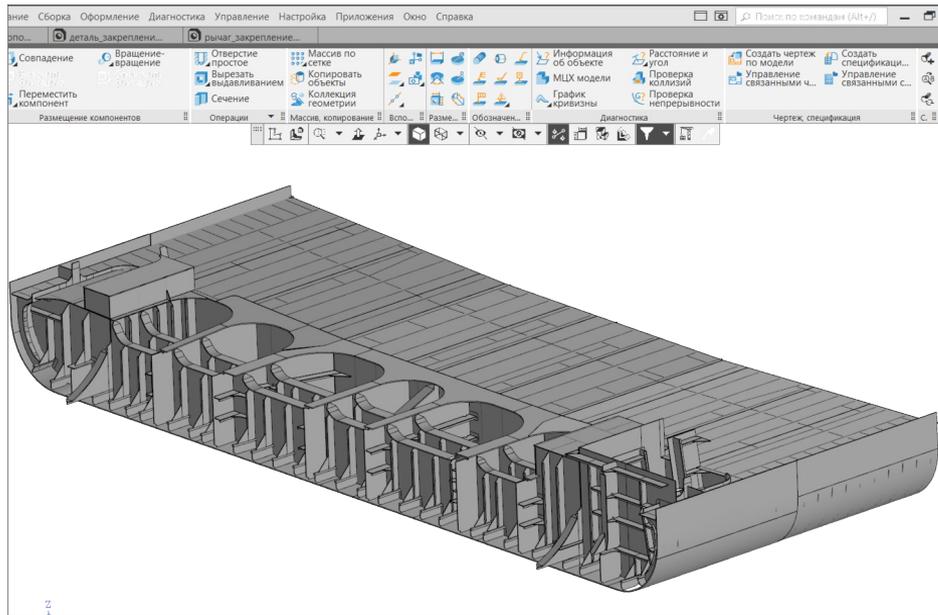
Расчет напряженно-деформированного
состояния (статический расчёт)

Расчет коэффициентов запаса
и форм потери устойчивости



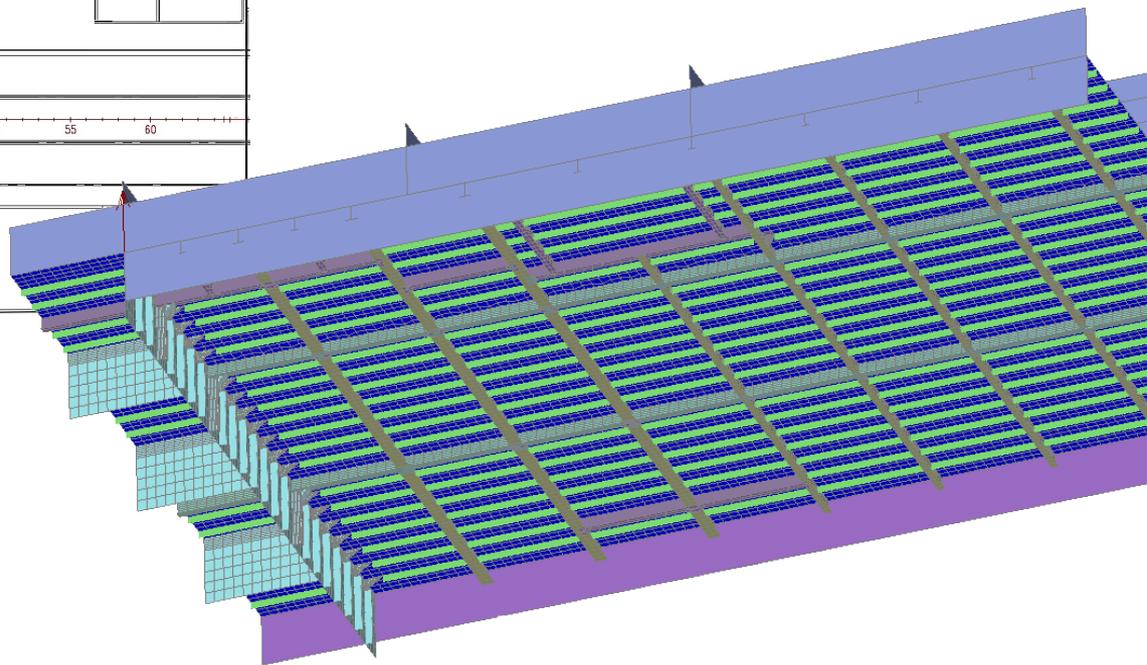
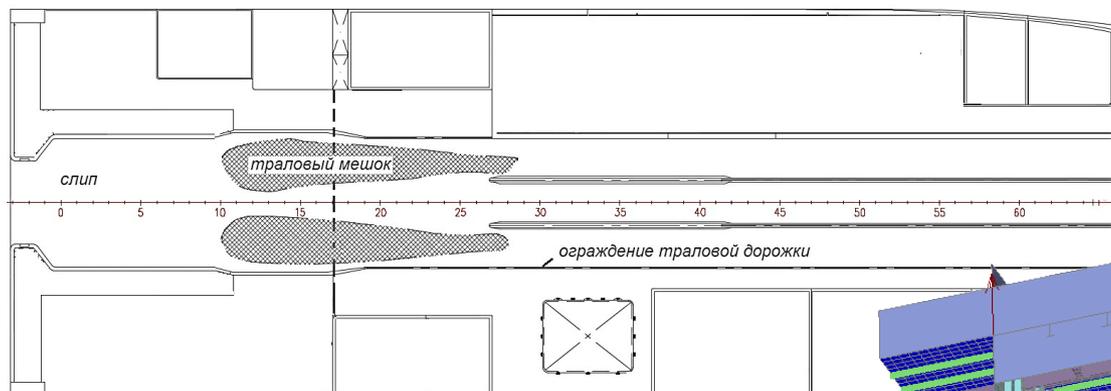
APM WinMachine

ПРОЧНОСТЬ ДНИЩЕВОЙ СЕКЦИИ СУДНА АО «ЗЕЛЕНОДОЛЬСКОЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО»



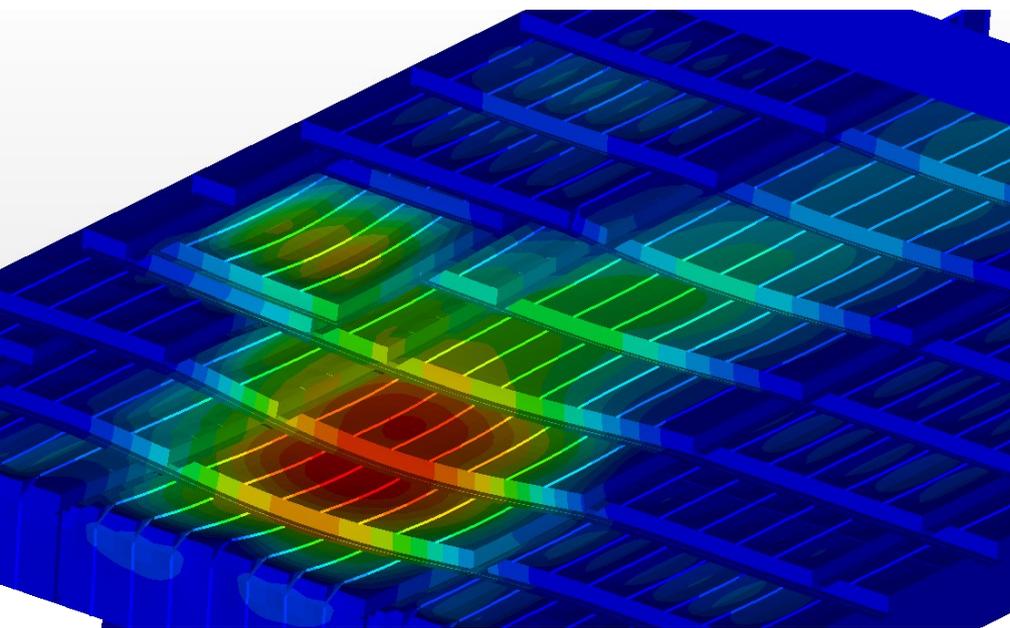
APM WinMachine

РАСЧЁТ ПЕРЕКРЫТИЯ ТРАЛОВОЙ ПАЛУБЫ РЫБОЛОВНОГО СУДА
НА НАГРУЗКУ ОТ ВЕСА ТРАЛОВОГО МЕШКА

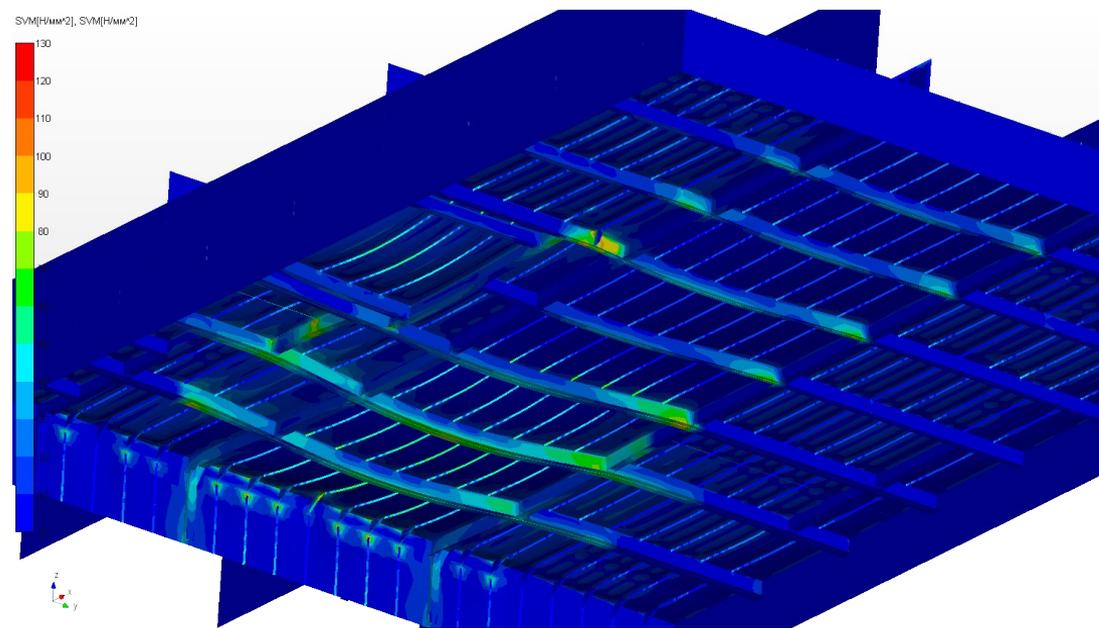


APM WinMachine

РАСЧЁТ ПЕРЕКРЫТИЯ ТРАЛОВОЙ ПАЛУБЫ РЫБОЛОВНОГО СУДНА
НА НАГРУЗКУ ОТ ВЕСА ТРАЛОВОГО МЕШКА



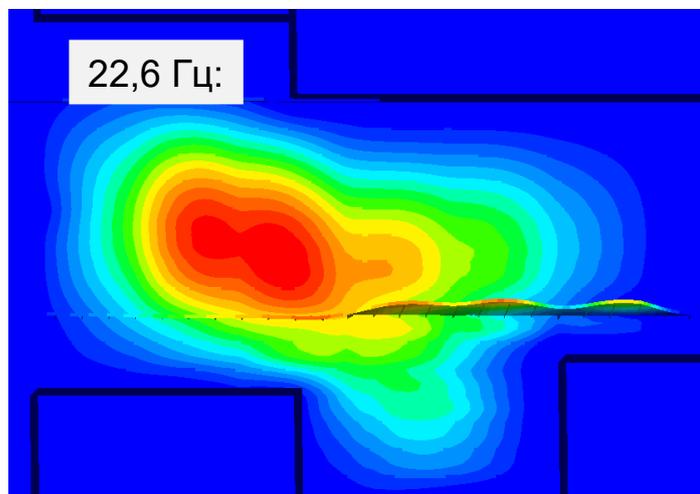
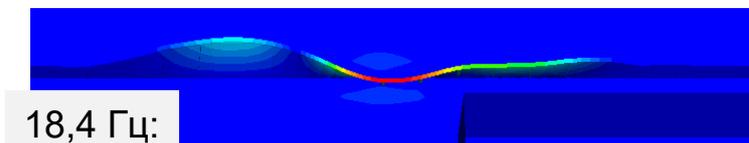
Перемещения



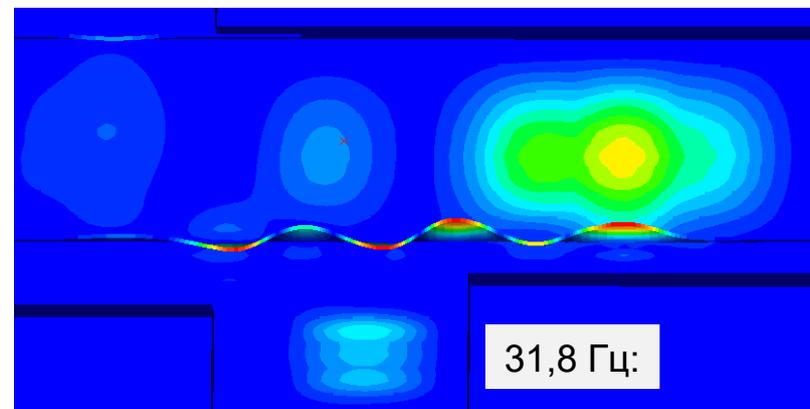
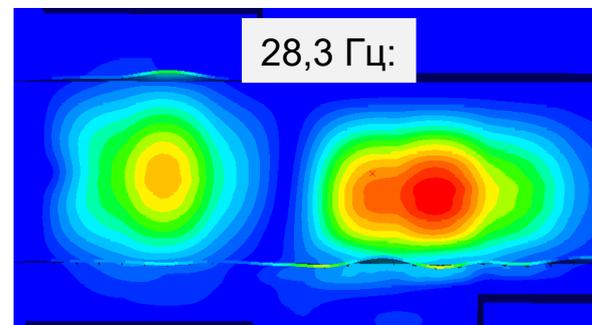
Эквивалентные напряжения

APM WinMachine

РАСЧЁТ ПЕРЕКРЫТИЯ ТРАЛОВОЙ ПАЛУБЫ РЫБОЛОВНОГО СУДА
НА НАГРУЗКУ ОТ ВЕСА ТРАЛОВОГО МЕШКА

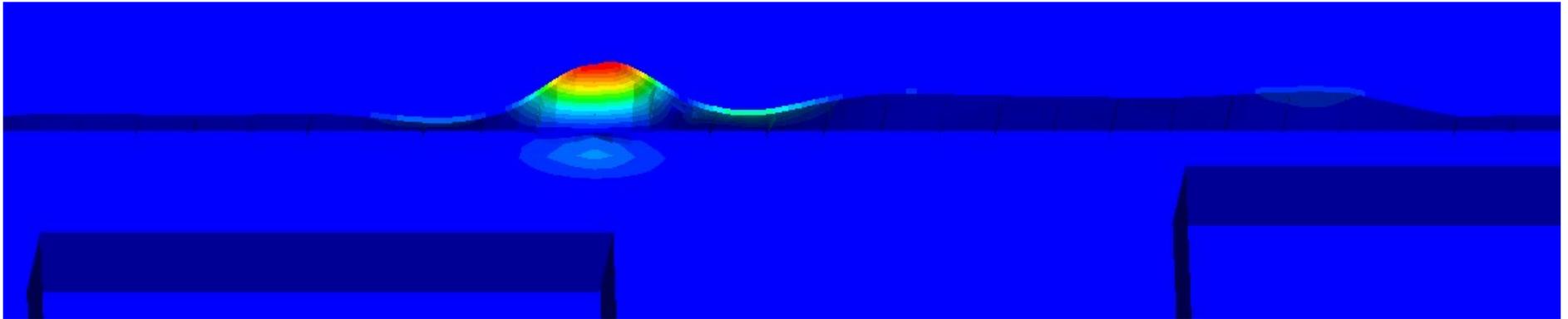


Собственные формы и частоты колебаний

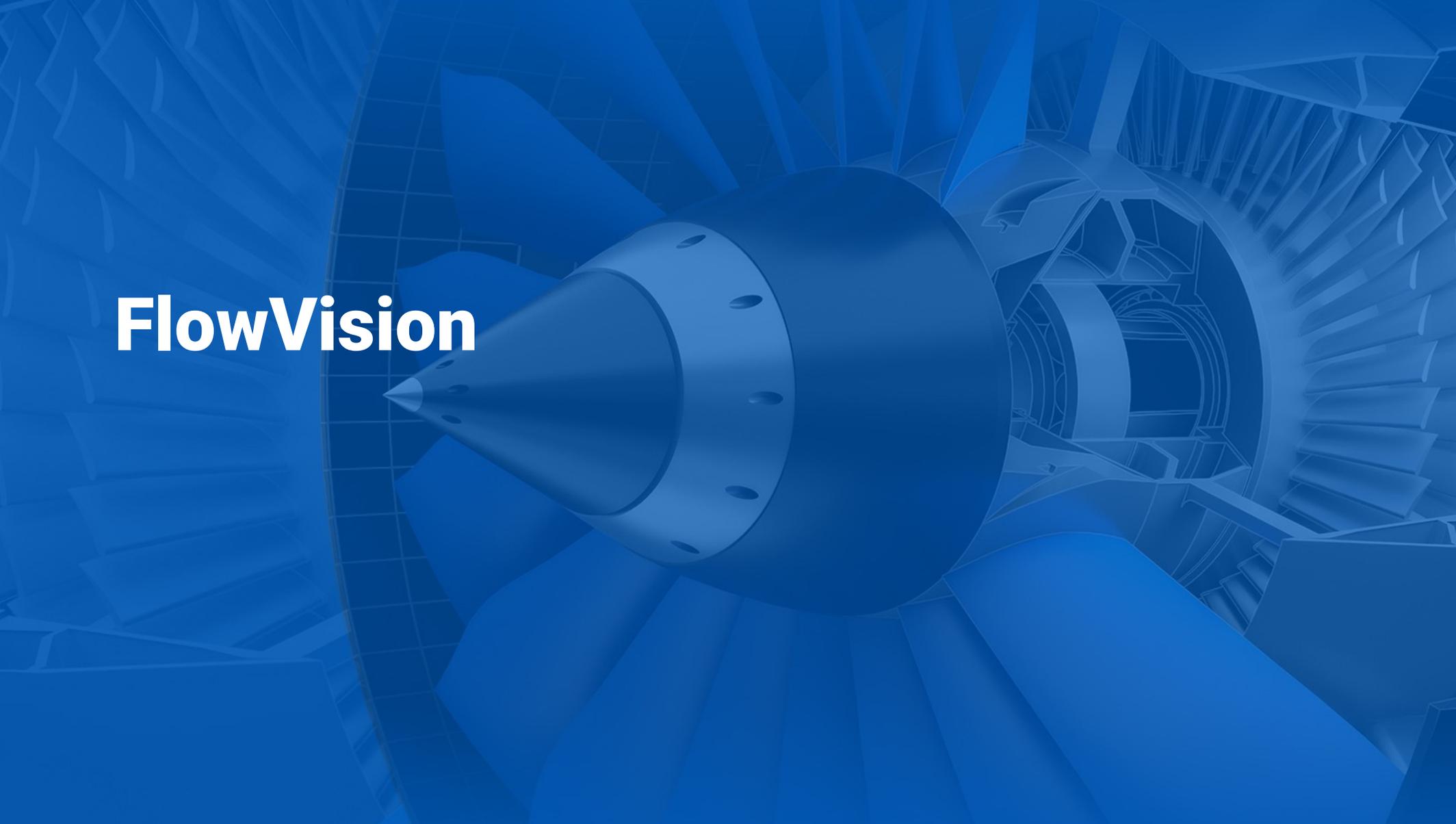


APM WinMachine

РАСЧЁТ ПЕРЕКРЫТИЯ ТРАЛОВОЙ ПАЛУБЫ РЫБОЛОВНОГО СУДНА
НА НАГРУЗКУ ОТ ВЕСА ТРАЛОВОГО МЕШКА



Форма потери устойчивости ограждения
запас по устойчивости $n = 6.94$



FlowVision

FlowVision

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Ламинарный/RANS/LES

До/транс/сверх/гиперзвук

Многофазные течения (VOF, Частицы)

Массоперенос/Химия/Горение

Сопряженный теплообмен

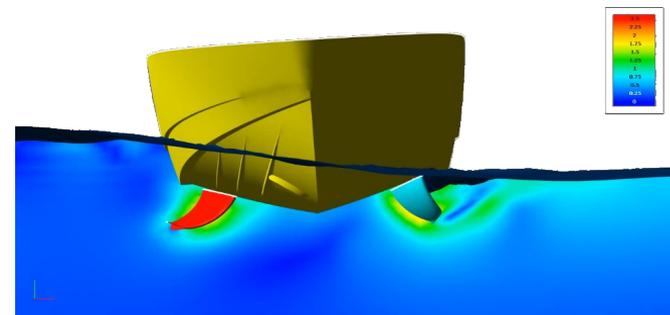
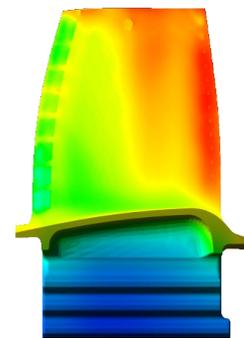
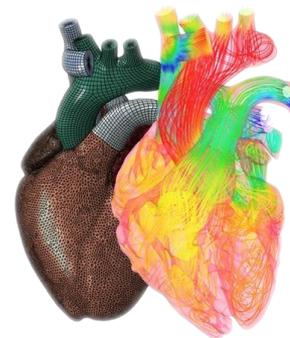
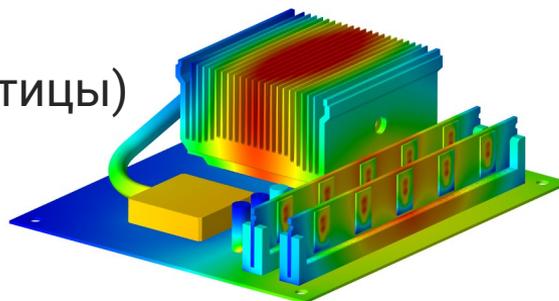
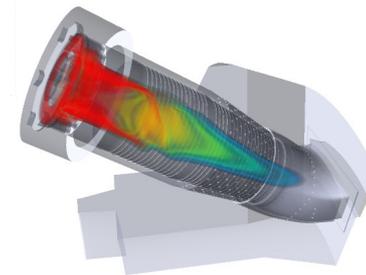
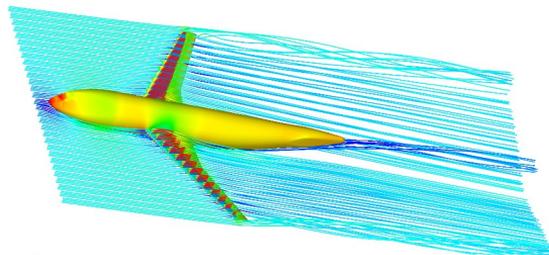
Излучение

Акустика

Подвижные тела

ЭМГД

FSI



FlowVision

ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ СУДОСТРОЕНИЯ

Сопротивление движению судов – водоизмещающих и с динамическим поддержанием

Ветровая и волновая нагрузка на суда, прибрежные и морские сооружения, задымление палубы

Двигатели: винты, водомёты

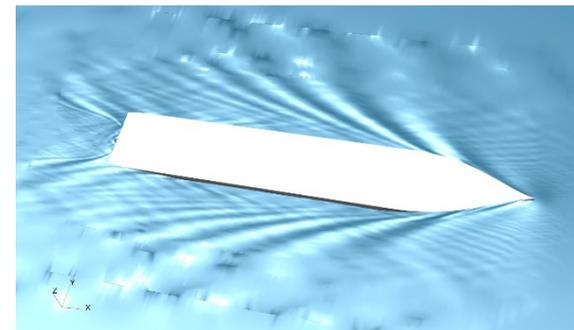
Остойчивость, управляемость, погружение в воду, движение подводных тел

Кавитация

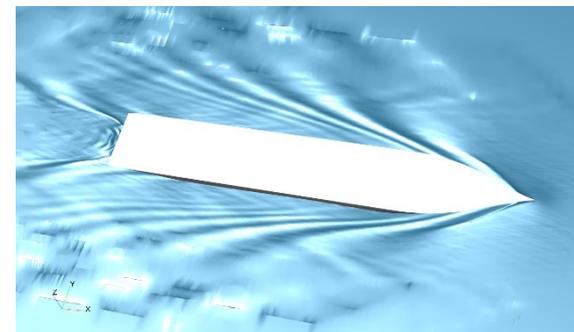
Буксировка с учетом натяжения троса

Движение в поле битого льда

Работа судовых систем (клапанов, вентиляции и т.д., подключение 1D-моделей)



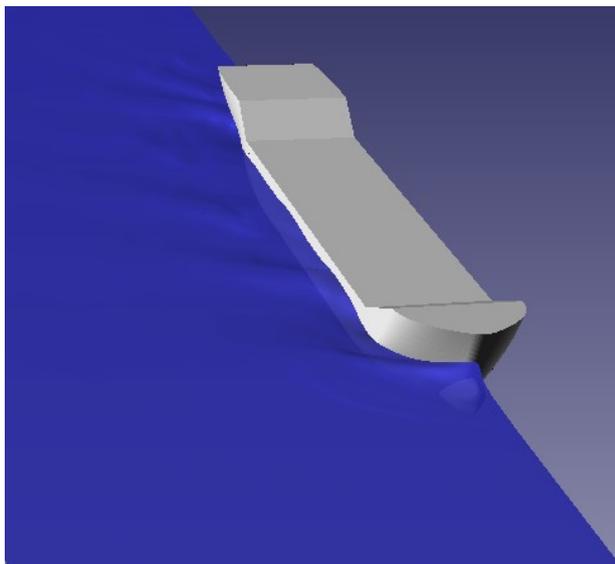
$Fr = 0.22$



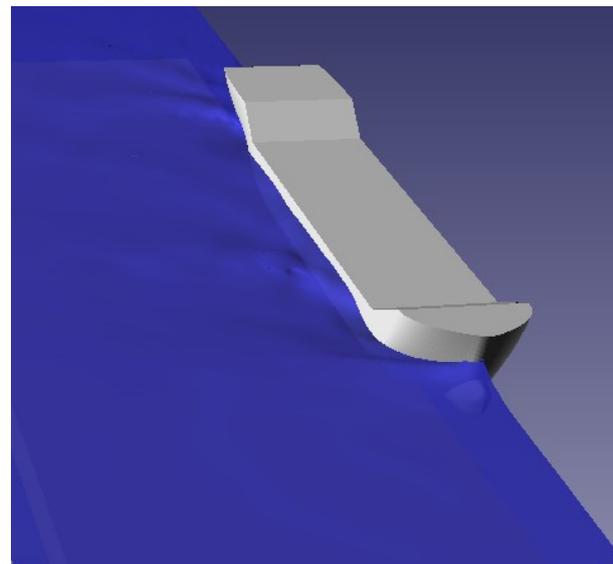
$Fr = 0.26$

FlowVision

ВОЛНООБРАЗОВАНИЕ НА ГЛУБОКОЙ ВОДЕ И МЕЛКОВОДЬЕ



глубокая вода $H/T = \infty$

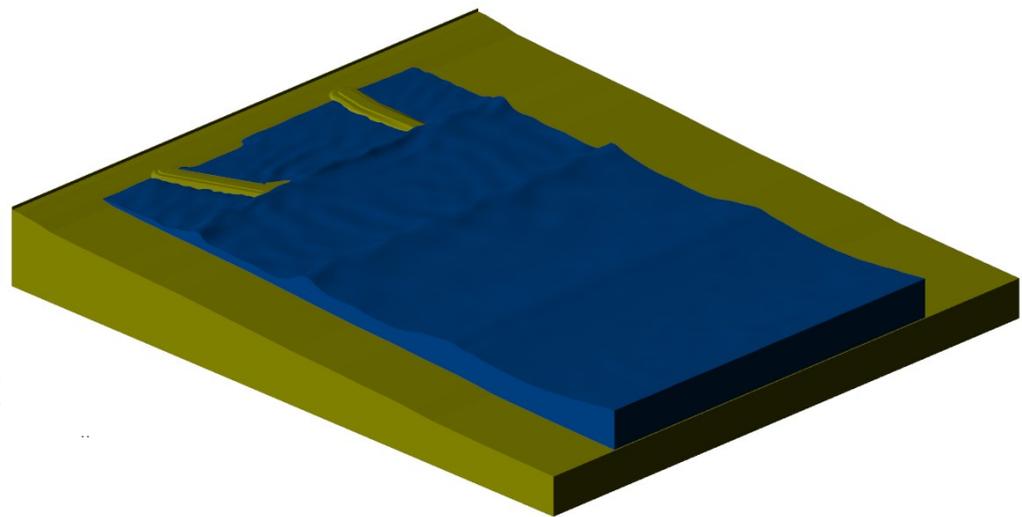
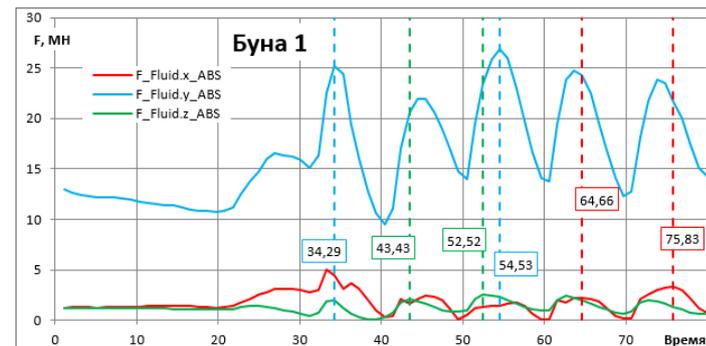


мелководье $H/T = 2$

H/T – отношение глубины к осадке

FlowVision

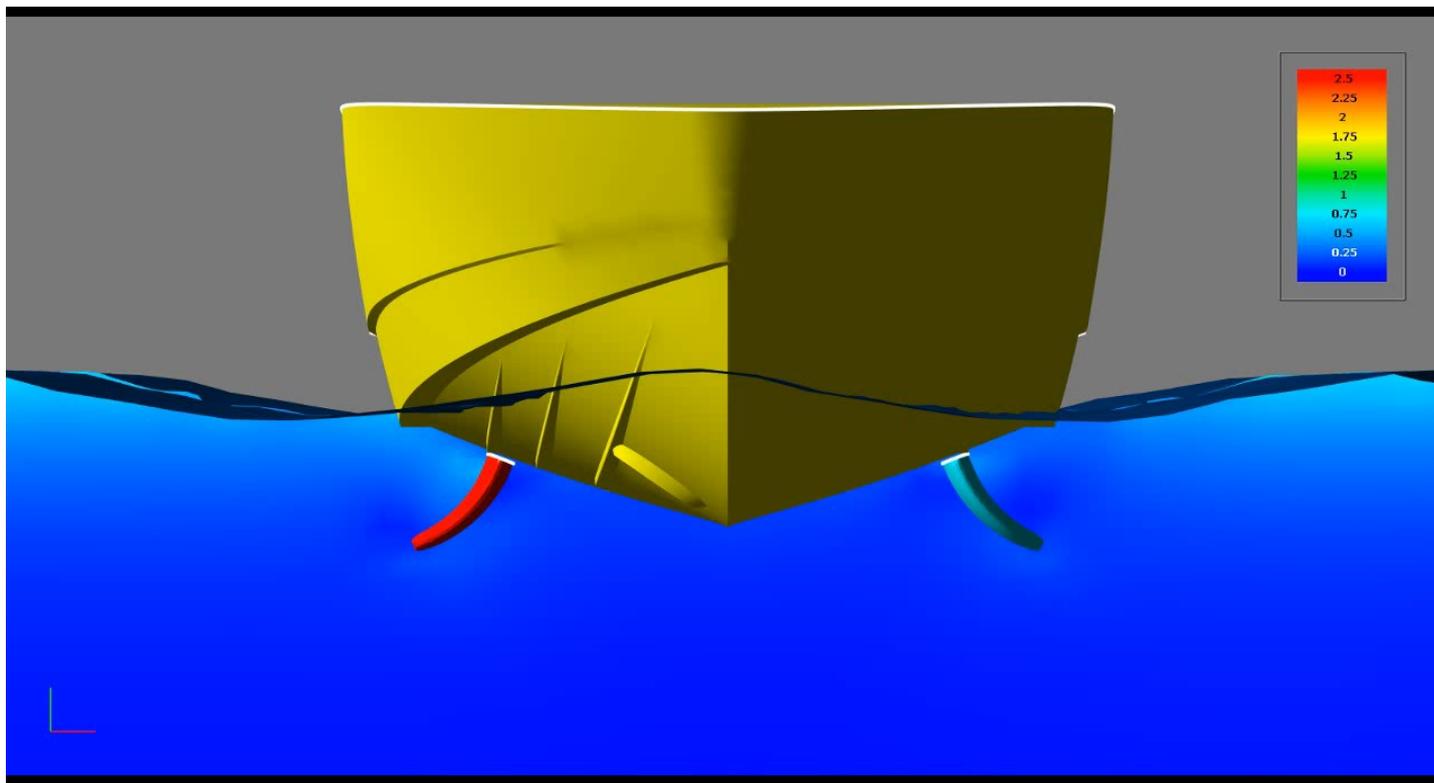
НАГРУЗКИ НА БЕРЕГОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ



Распределение давления на поверхностях
Визуализация волновой картины

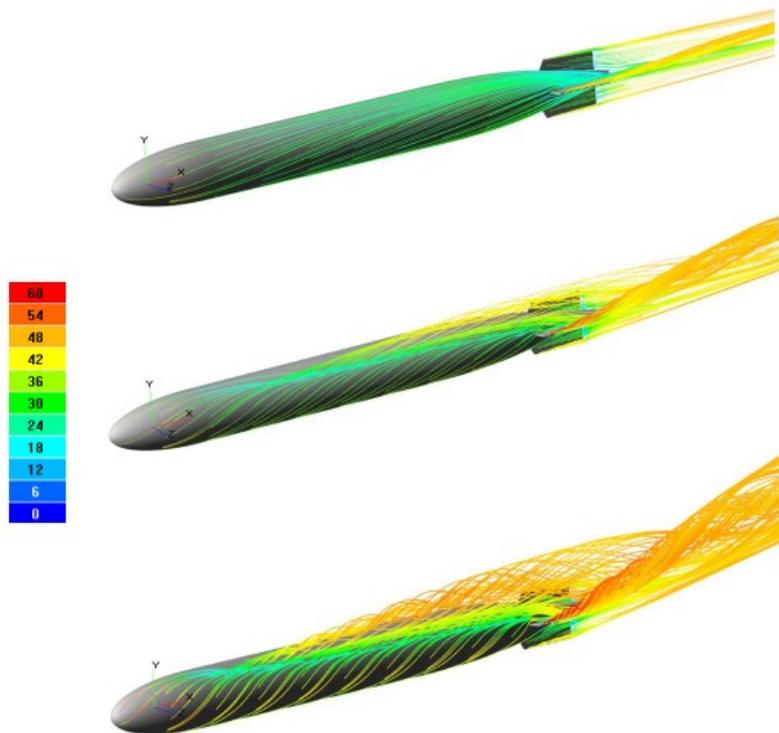
FlowVision

АКТИВНЫЕ УСПОКОИТЕЛИ КАЧКИ НА ДРЕЙФЕ



FlowVision

ГИДРОДИНАМИКА ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ



Линии тока около тела
(модуль скорости)

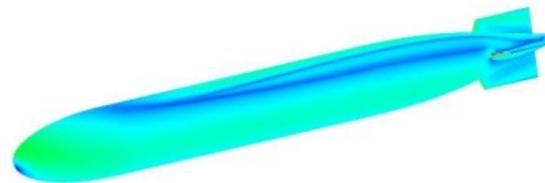
Угол атаки 4°



Угол атаки 12°



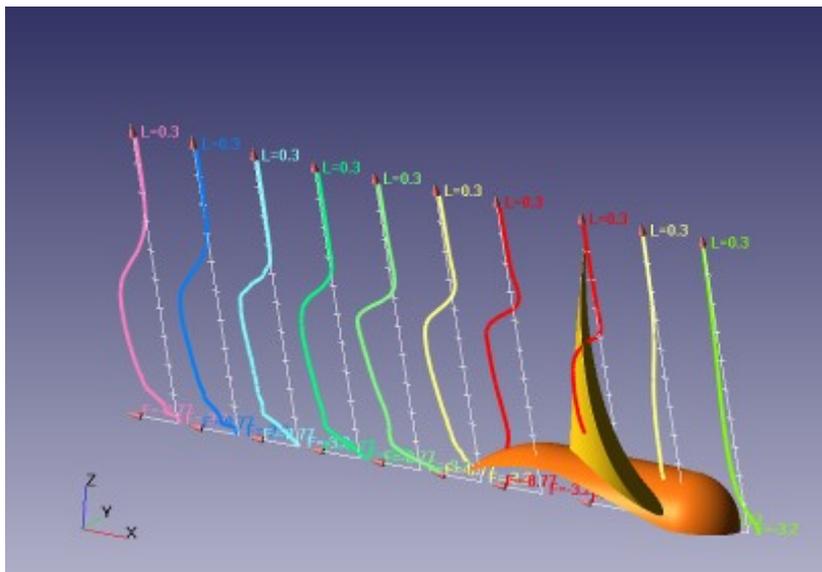
Угол атаки 20°



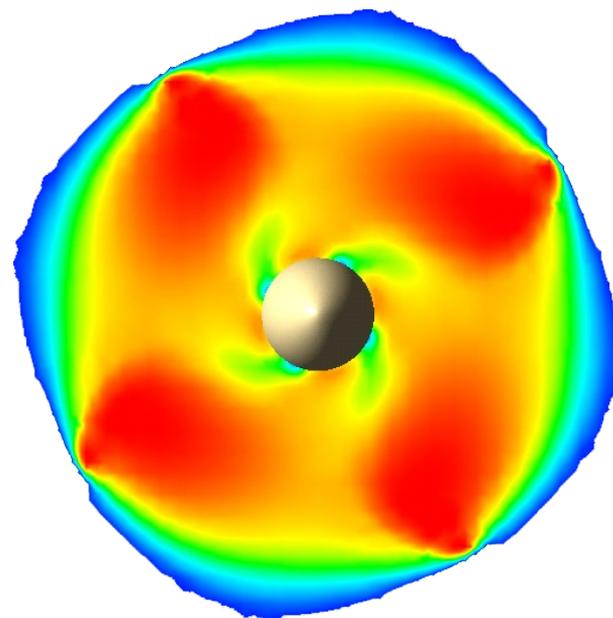
Распределение модуля скорости
(расстояние 0,1 мм от поверхности)

FlowVision

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРАЩЕНИЯ ГРЕБНОГО ВИНТА



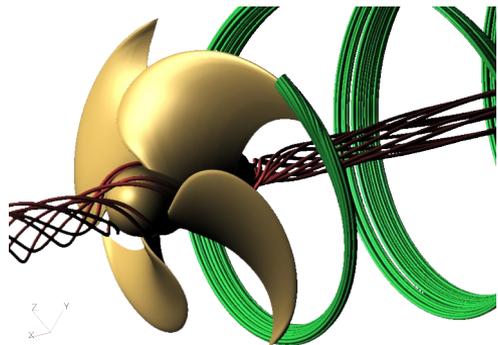
Эпюры аксиальных скоростей по радиусу винта в различных точках по длине струи



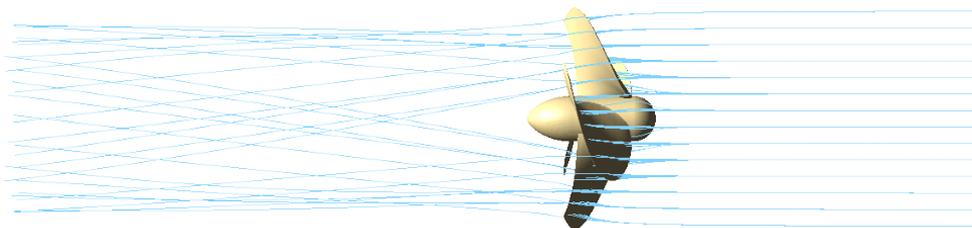
Распределение модуля скорости в поперечном сечении за винтом

FlowVision

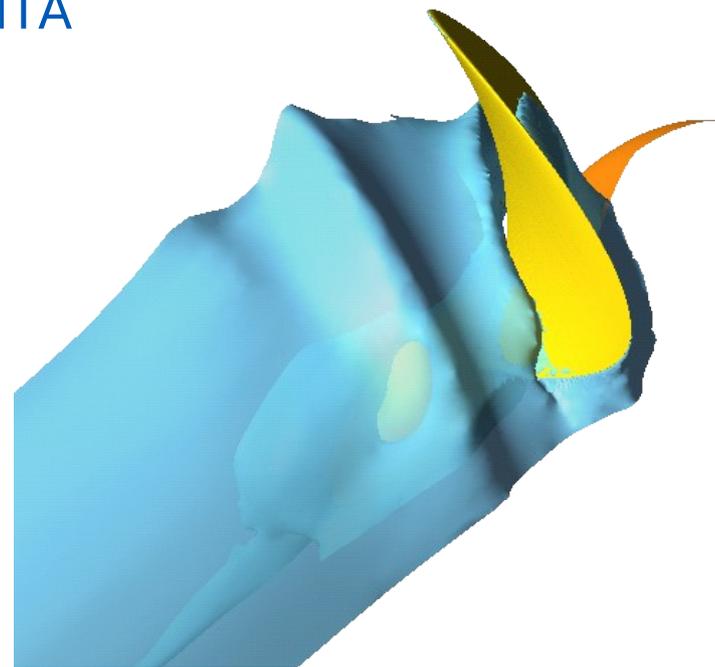
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРАЩЕНИЯ ГРЕБНОГО ВИНТА



Линии тока
в относительном движении



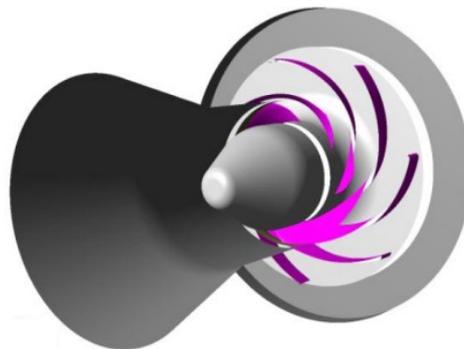
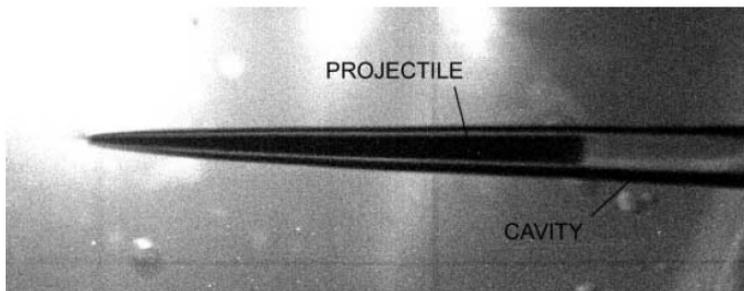
Линии тока в абсолютном движении



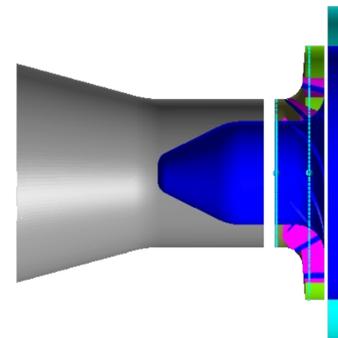
Визуализация струи винта
изоповерхностью модуля скорости

FlowVision

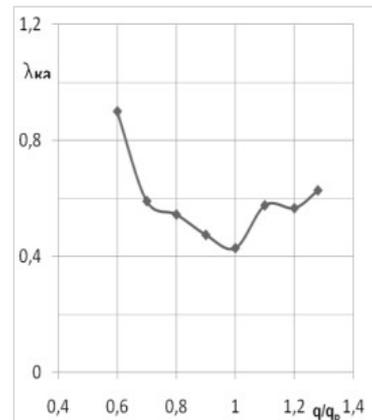
КАВИТАЦИЯ



Геометрия насоса



Подобласти расчётной модели



Расчётная зависимость коэффициента начальной кавитации от относительного расхода

FlowVision

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ВИНТА КР505

Постановка задачи

Гидродинамические ограничения

Упор больше исходного $F_{\text{опт}} > F$

Момент меньше исходного $M_{\text{опт}} < M$

Дискковое отношение в диапазоне (0,9...1,2)

Целевая функция

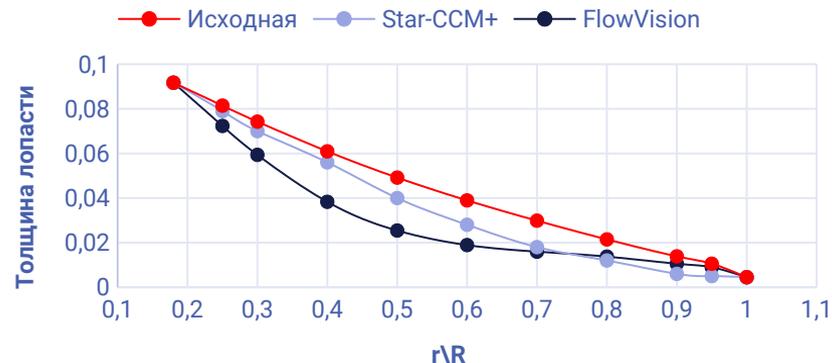
Максимизация КПД, $\text{КПД}_{\text{опт}} > \text{КПД}$

Алгоритм оптимизации

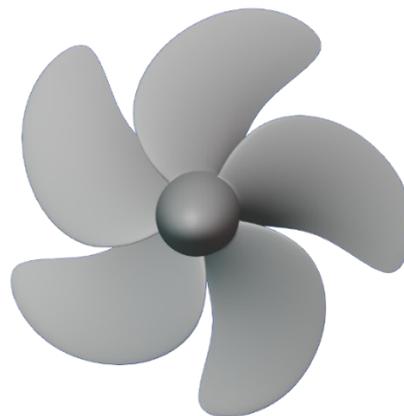
IOSO

Результат

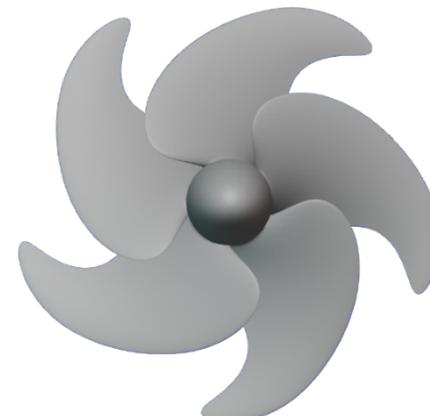
Прирост по КПД составил + 13,1%



Распределение параметров толщины лопасти гребного винта по относительным радиусам



До оптимизации



После оптимизации

FlowVision

СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

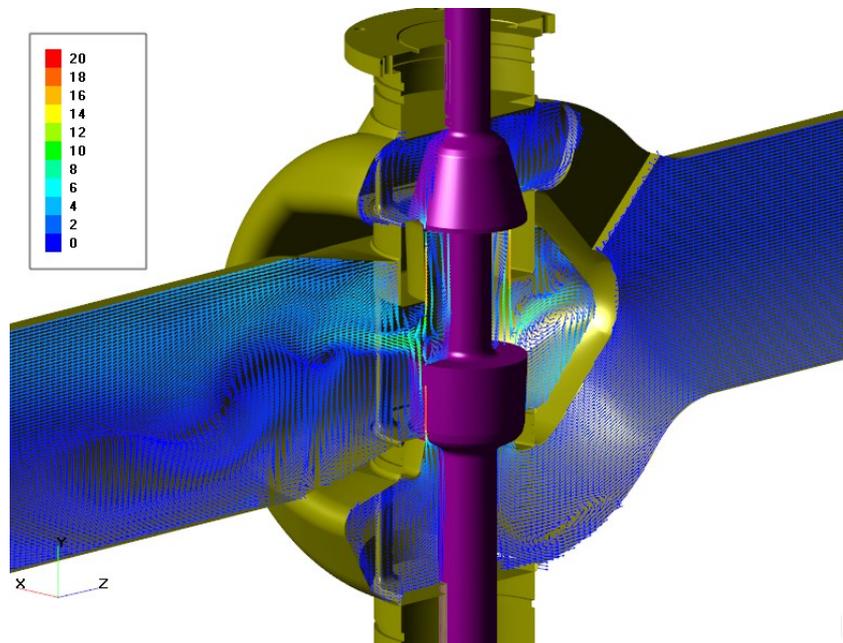
Проектирование гидроприводов для устройств

Гидродинамика трубопроводов – определение падения напора в зависимости от различных местных сопротивлений, тепловые деформации при нагретых жидкостях

Охлаждение выхлопных газов, оптимизация потока

Проектирование систем кондиционирования

Акустические характеристики



FlowVision

ДВИЖЕНИЕ В ПОЛЕ БИТОГО ЛЬДА

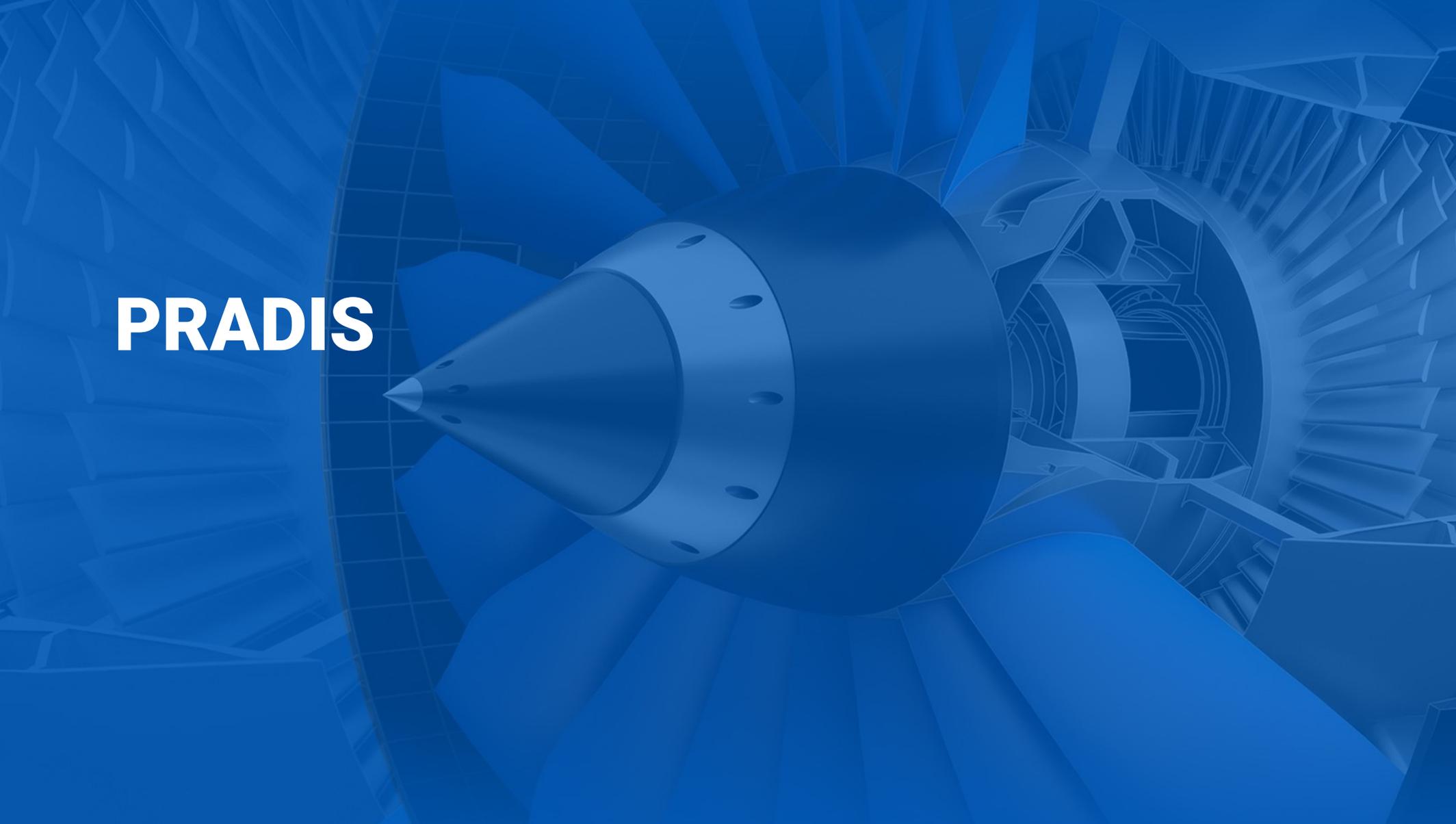
Реализация в FlowVision через MBC

Каждая льдина – подвижное тело,
с заданными массово-инерционными
характеристиками

Задача решается в прямой постановке
– судно движется в воде
и набегаёт на льдины



PRADIS



PRADIS

Более 800 моделей:

Механика 1D/2D/3D

Гидравлика

Тепловая гидравлика

Пневматика

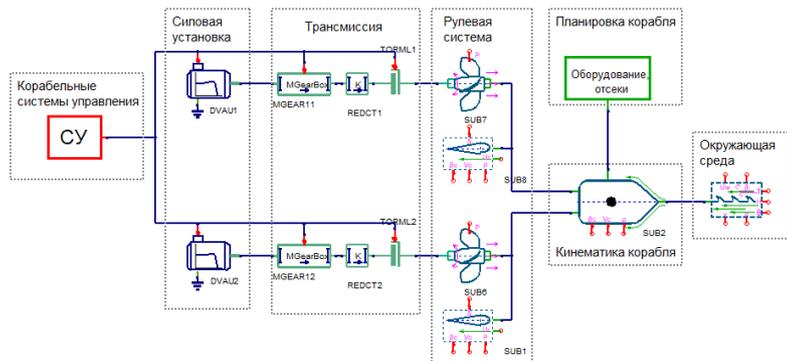
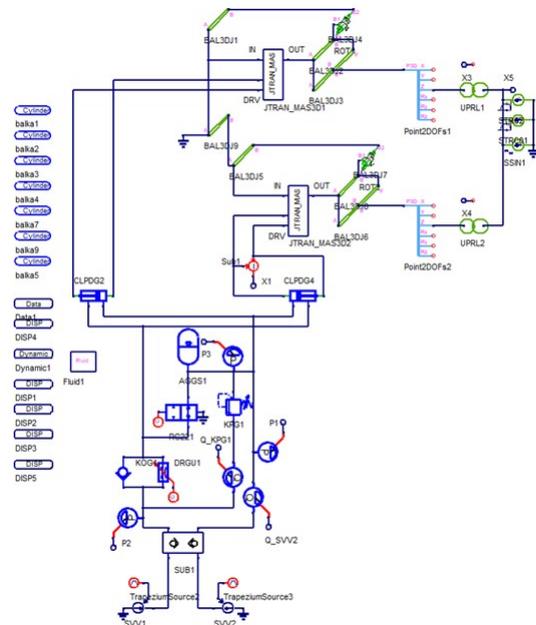
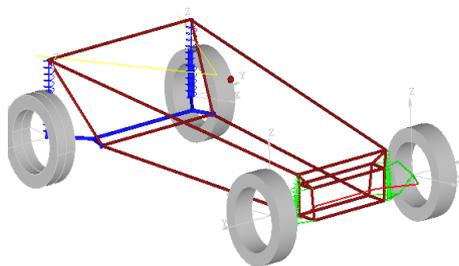
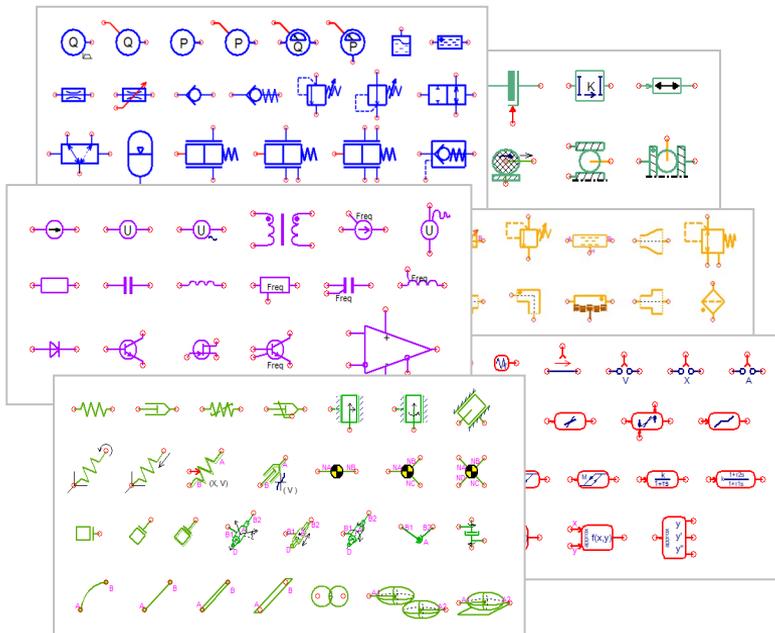
Электроника

Системы управления

Системы безопасности

Эвакуация

...



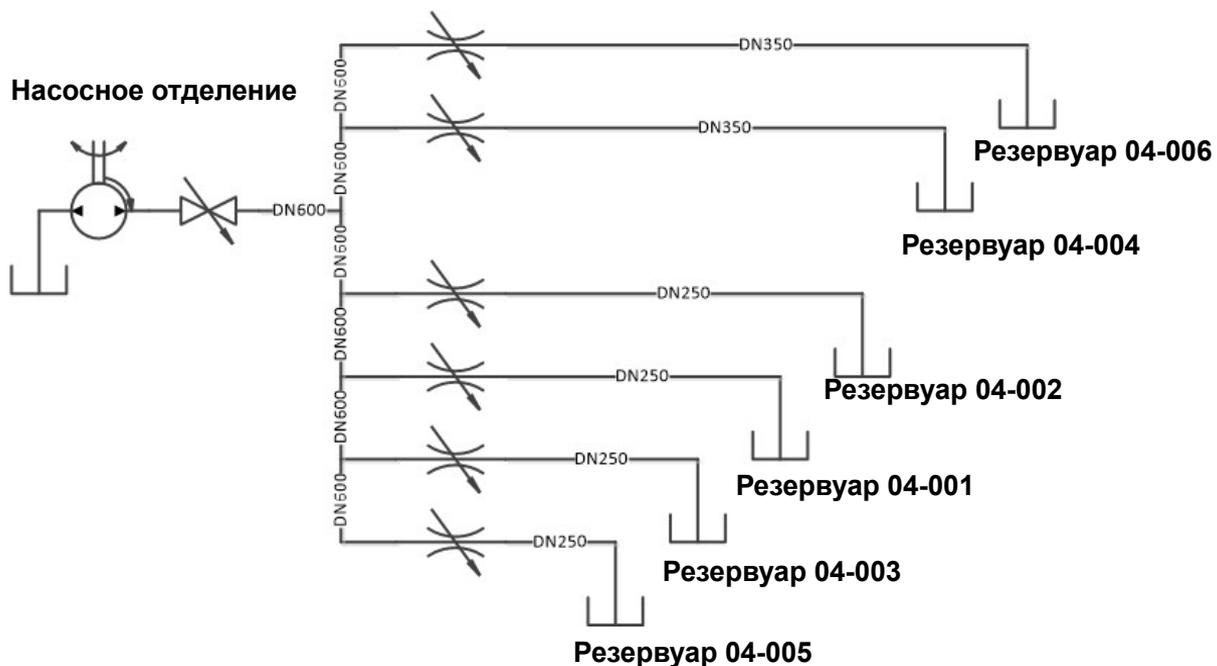
PRADIS

ЗАТОПЛЕНИЕ ОТСЕКОВ БАЛЛАСТНОЙ СИСТЕМЫ ПЛАВУЧЕГО ДОКА

Цель

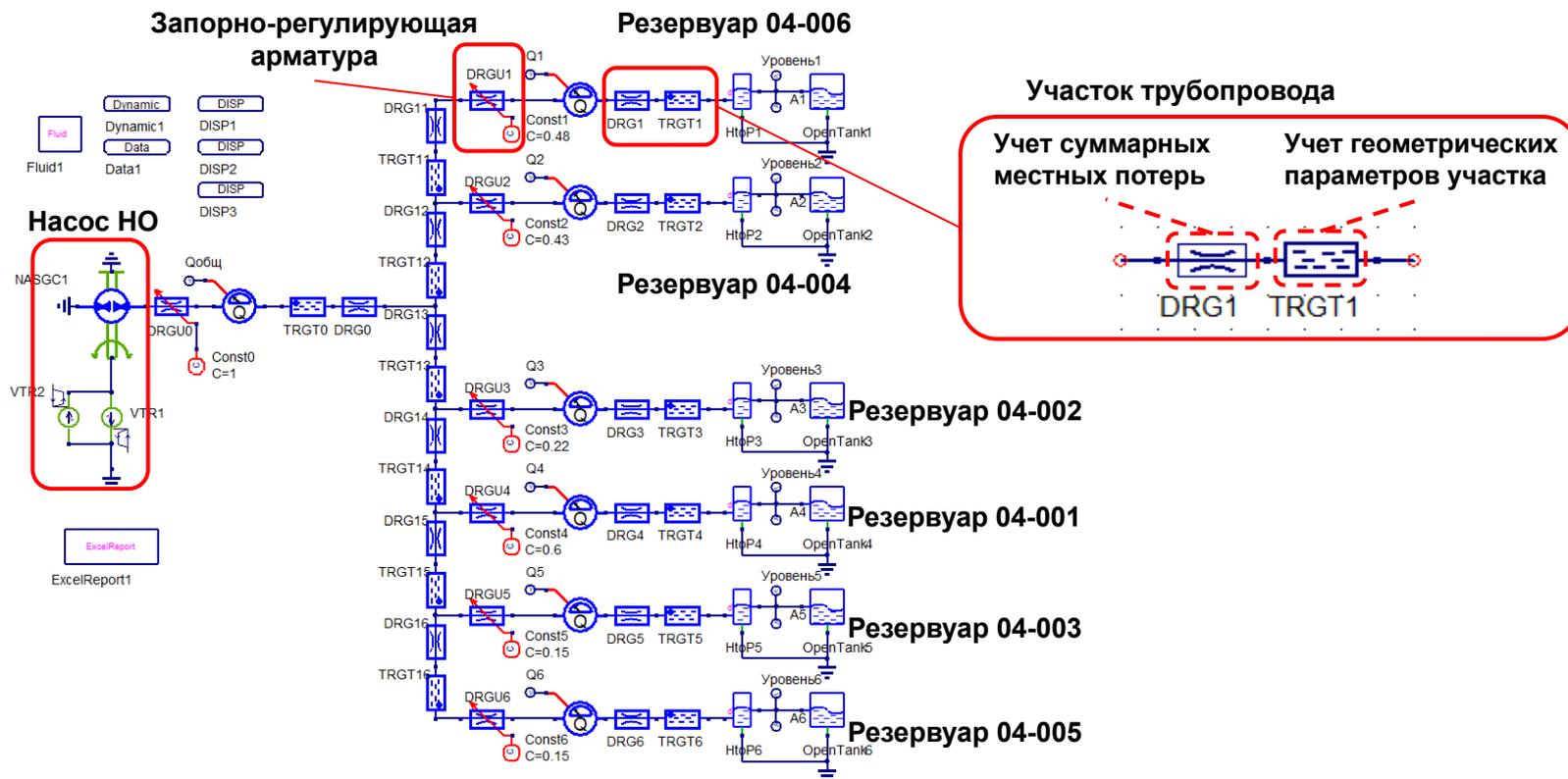
Выровнять скорости затопления/осушки отсеков путем регулировки степени открытия запорной арматуры

Принципиальная схема БО и НО



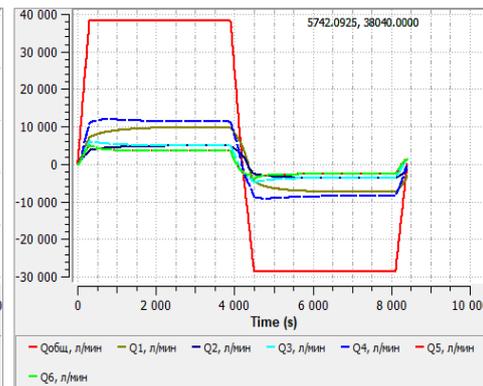
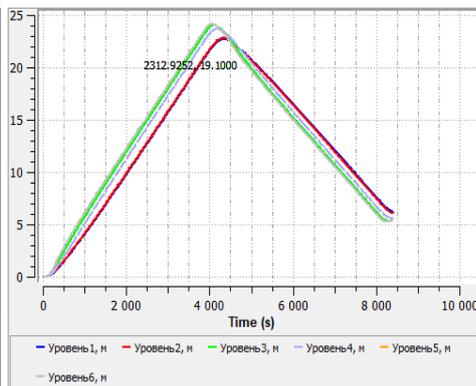
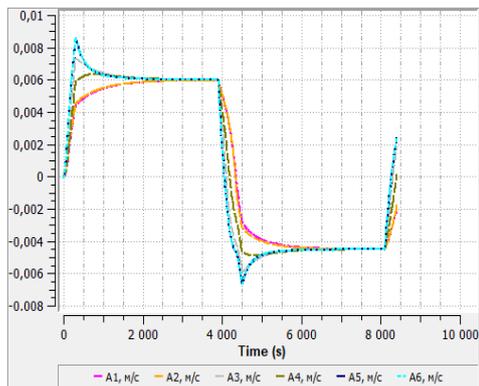
PRADIS

ЗАТОПЛЕНИЕ ОТСЕКОВ БАЛЛАСТНОЙ СИСТЕМЫ ПЛАВУЧЕГО ДОКА



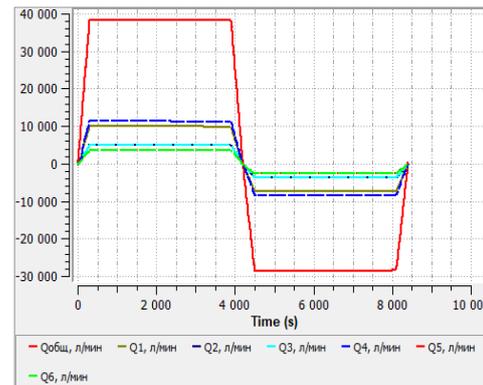
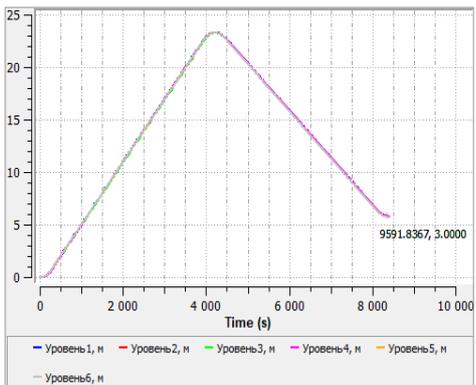
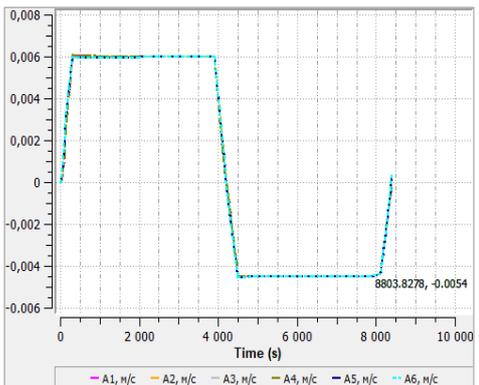
PRADIS

ЗАТОПЛЕНИЕ ОТСЕКОВ БАЛЛАСТНОЙ СИСТЕМЫ ПЛАВУЧЕГО ДОКА



Расчетный случай №1

Затопление и последующая осушка БО без выравнивания скоростей затопления резервуаров (без регулировки положений дроссельных заслонок запорно-регулирующей арматуры)



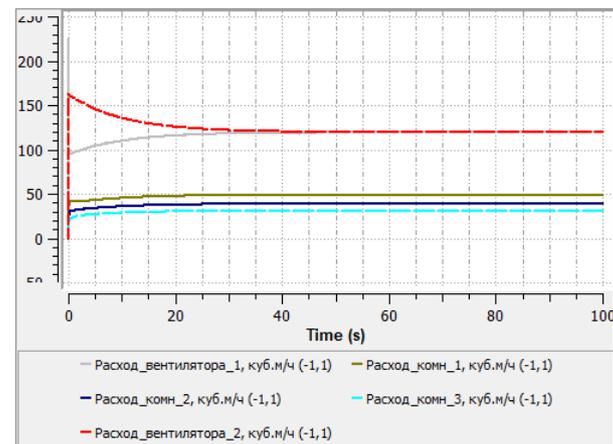
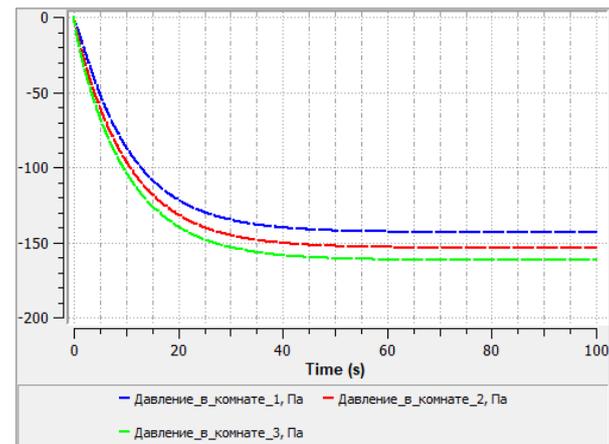
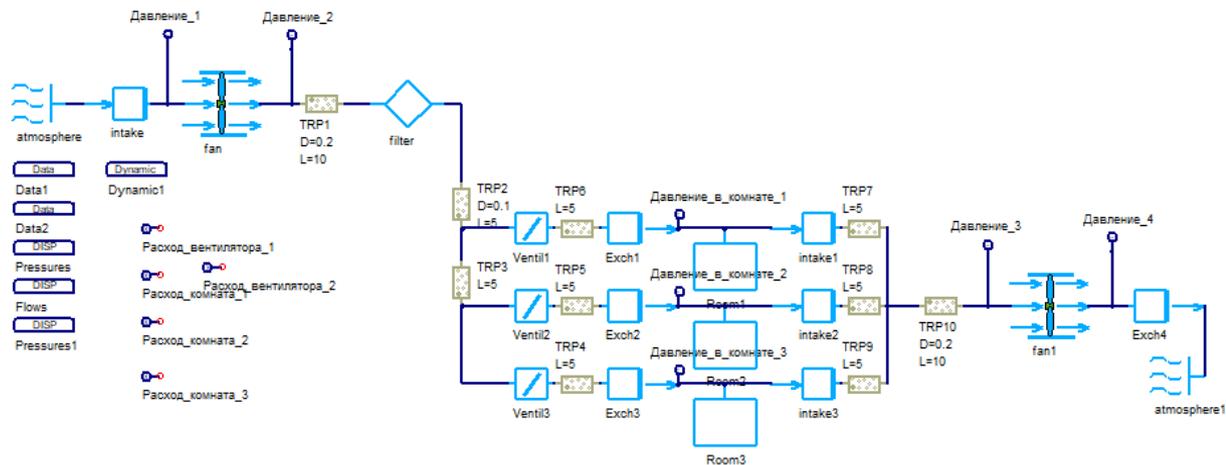
Расчетный случай №2

Затопление и последующая осушка БО с выравниванием скоростей затопления резервуаров при помощи регулировки положений дроссельных заслонок запорно-регулирующей арматуры

PRADIS

ВЕНТИЛЯЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Подобрать параметры системы вентиляции (воздуховоды, приточный и вытяжной вентиляторы) в соответствии с требованиями по воздухообмену и давлению в помещениях



PRADIS

ЭВАКУАЦИЯ

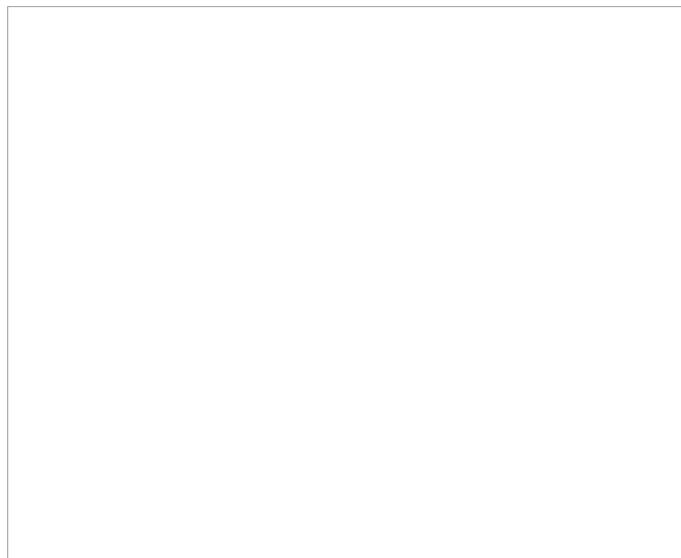
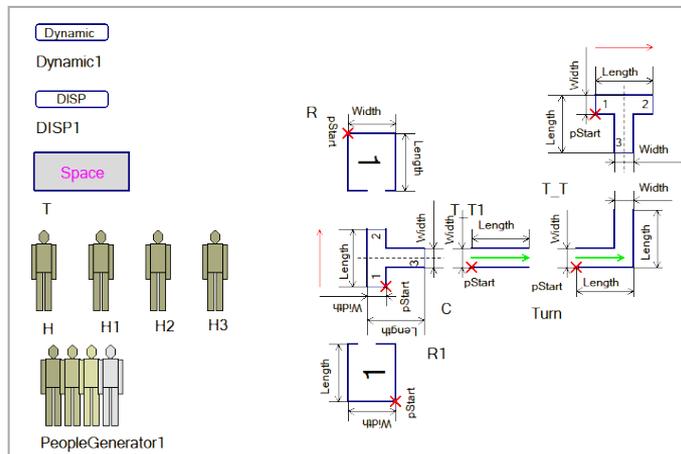
Построение одноуровневых планов палуб

Указание маршрутов эвакуации

Определение числа эвакуируемых
и их распределение по палубе (этажу)

Введение характеристик эвакуируемых
(габариты, масса, скорость)

Оценка плотности человекопотока
на различных участках маршрута эвакуации



IOSO



IOSO

Платформа управления
расчётными проектами

Оптимизатор

Аппроксиматор

The screenshot displays the IOSO software interface. At the top, the title bar reads "Kompas.opm - IOSO NM 3.15 - Kompas[задача: Task]". The main menu includes "Файл", "Правка", "Вид", "Формат", "Данные", "Проект", "Расчет", and "Справка".

The left sidebar contains several icons and labels: "Настройка проекта", "Параметрия", "Постановка задачи", "Статус", "Результаты", and "Протокол".

The central workspace is divided into several panels:

- Project Tree (Проект):** Shows a hierarchical structure under "Расчетный блок" (Calculation Block) containing "КОМПАС-3D" (with sub-items: in, D. Трубный пучок, L. Трубный пучок, in_outparams, IOSointCMPS.exe, out, mass. Трубный пучок, volume. Трубный пучок, density. Трубный пучок, area. Трубный пучок, VRML output) and "FlowVision" (with sub-items: FV Design Table, VRML output, Модуль интеграции, FV Result Table).
- Master (Мастер):** Set to "CAD + FV".
- Templates (Шаблоны):** Set to "- общие".
- Elements (Элементы схемы):** Lists "fow" (Файловая) and "S_Bash".
- Designations (Обозначения):** Lists "Расчетный блок", "Модель", "Исполняемый файл", "Файл передачи", "Входные", "Входной файл", and "Входной параметр".

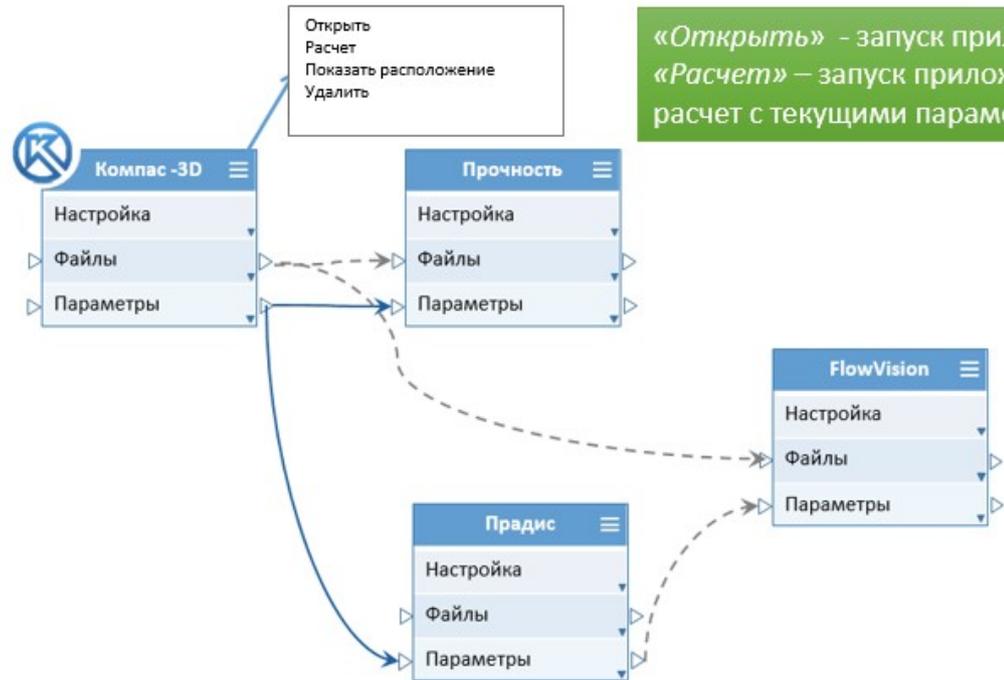
The right side of the interface features a flow diagram with two main components: "КОМПАС-3D" and "FlowVision". A dashed arrow indicates data flow from "КОМПАС-3D" to "FlowVision". Below this, a detailed view shows the "Источник" (Source) as "КОМПАС-3D" with "VRML output" being sent to "FlowVision", which lists "Файлы передачи данных" (VRML output, Сохраняемые файлы) and "Сохраняемые файлы".

The bottom status bar displays: "Итераций: 0/15000", "Обращений: 0", "Парето: 0/1", and "Параллельных процессов: 1".

ПЛАТФОРМА

Создание
многодисциплинарных
расчётных проектов

Интеграция с КОМПАС-3D,
FlowVision, APM, PRADIS



ОПТИМИЗАТОР

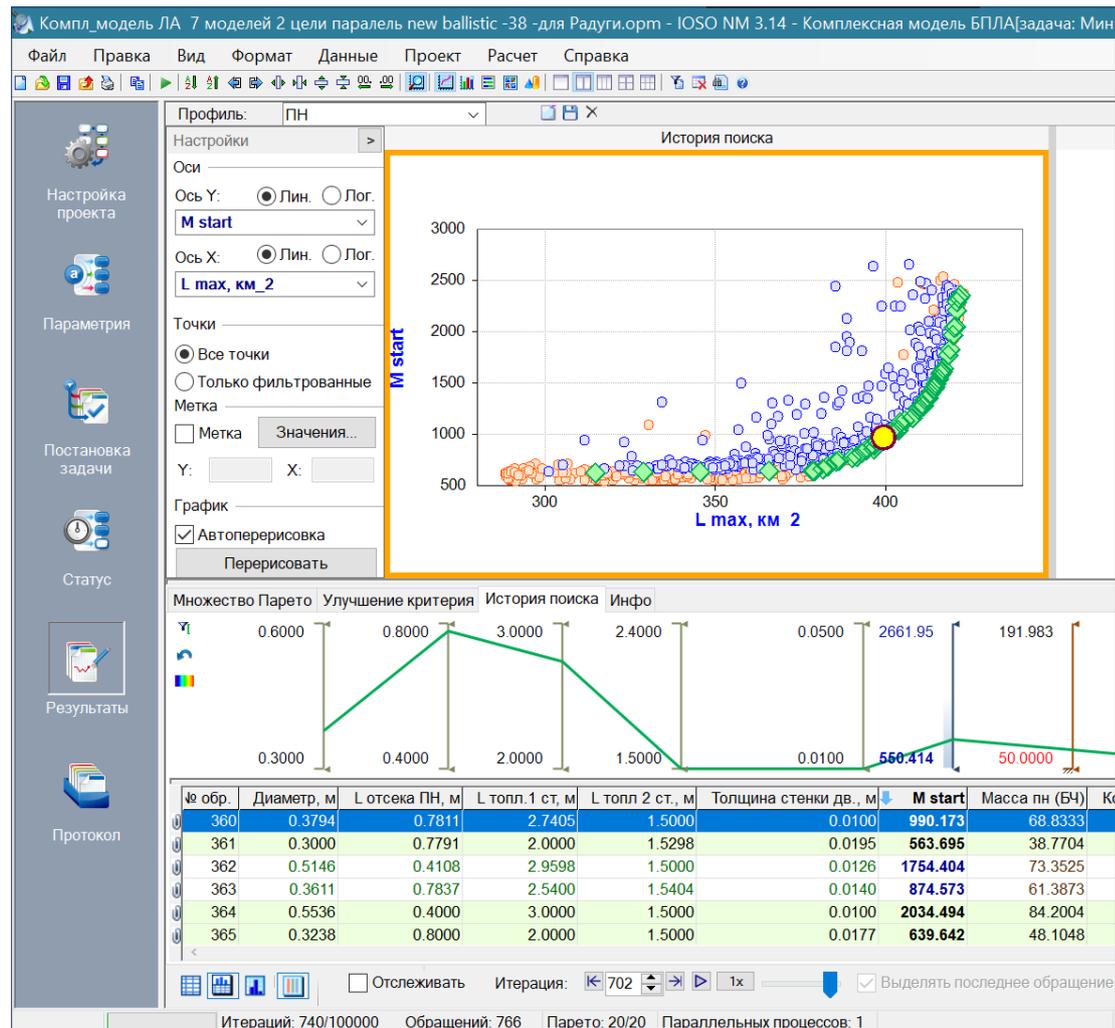
Много критериев (до 20)

Много параметров
до 100 переменных
до 100 ограничений

Адаптивная процедура
оптимизации с минимумом
настроек

Малое количество обращений
к решателям

Устойчивость к невычислимости
целевой функции



«СТАРШИЕ» CAE-СИСТЕМЫ

Численное моделирование

APM WinMachine

динамика и прочность

FlowVision

вычислительная гидрогазодинамика

PRADIS

системное моделирование

IOSO

оптимизация, параметрические исследования,
управление расчётными проектами



**СКВОЗНОЕ РЕШЕНИЕ КОНСОРЦИУМА
ТЕХНОЛОГИЯ SPDM**

ТЕХНОЛОГИЯ SPDM

УПРАВЛЕНИЕ РАСЧЁТНЫМИ ДАННЫМИ

Организация и хранение расчётных проектов в ЛОЦМАН:PLM (геометрия, результаты, отчёты)

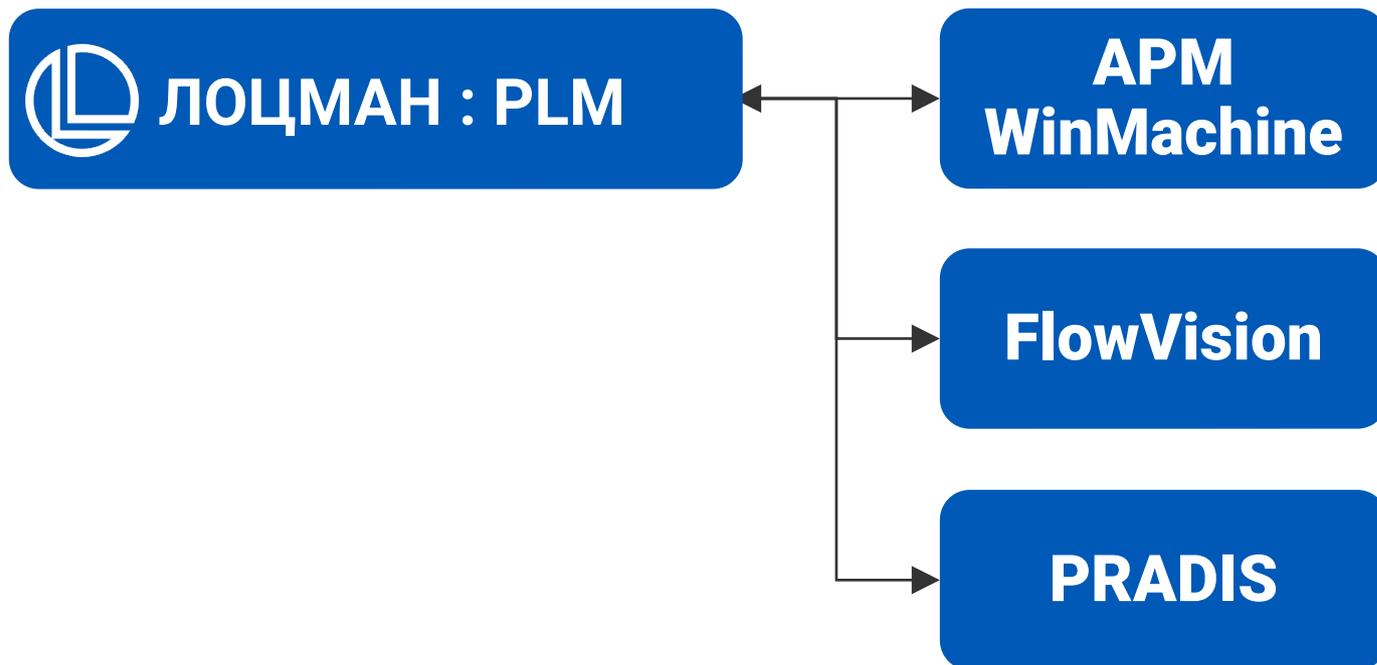
Отслеживание изменений и версий проекта

Организация постановки расчётной задачи на основе требований

▼  Расчетные проекты	 Состоит из ...
>  Расчет рубы FlowVision, версия 1.0	 Состоит из ...
>  Проект расчета рычага АРМ, версия 1.0	 Состоит из ...
>  Расчет течения, версия 1.0	 Состоит из ...
▼  Расчет IOSO (Cooler), версия 1.0	 Состоит из ...
▼  Трубка, версия 1.0	 Состоит из ...
  Электронная модель детали, версия 1.0	 Документы
▼  Трубная решетка, версия 1.0	 Состоит из ...
  Электронная модель детали, версия 1.0	 Документы
▼  Трубный пучок, версия 1.0	 Состоит из ...
  Электронная модель детали, версия 1.0	 Документы
▼  Новое исследование, версия 1.0	 Состоит из ...
 Диаметр трубки, версия 1.0	 Использует
 Оптимизационный проект IOSO, версия 1.0	 Решается с помощью
 Масса, версия 1.0	 Подтверждает
>  Спецификация требований, версия 1.0	 Состоит из ...
>  Техническое задание на разработку документов по проекту, версия 1.0	 Состоит из ...

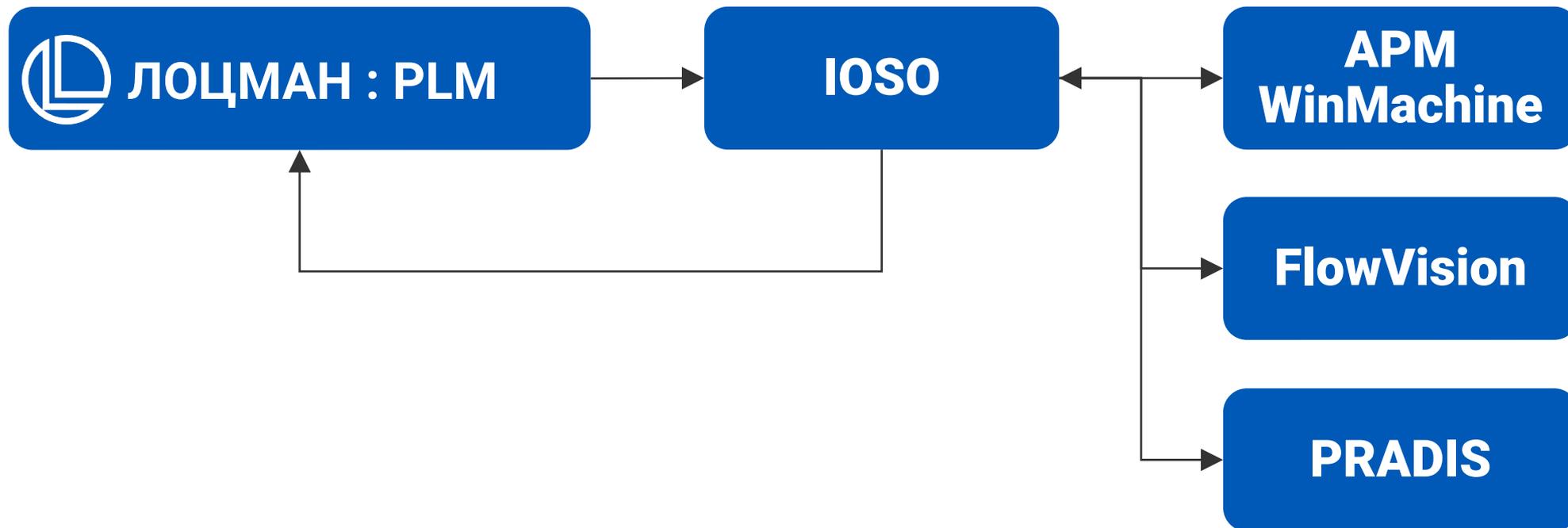
СЦЕНАРИИ РАБОТЫ

РАСЧЁТЫ В «СТАРШИХ» САЕ-СИСТЕМАХ



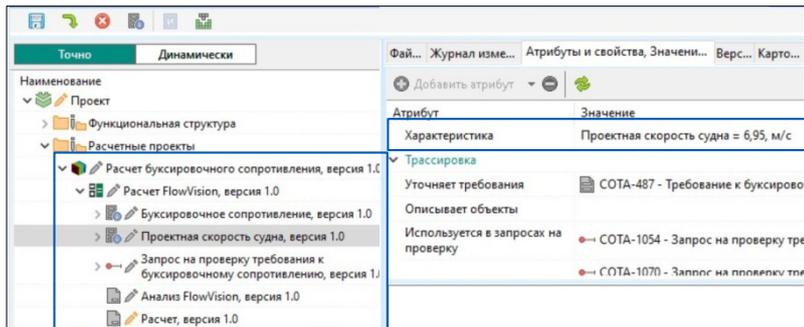
СЦЕНАРИИ РАБОТЫ

РАСЧЁТЫ В «СТАРШИХ» САЕ-СИСТЕМАХ

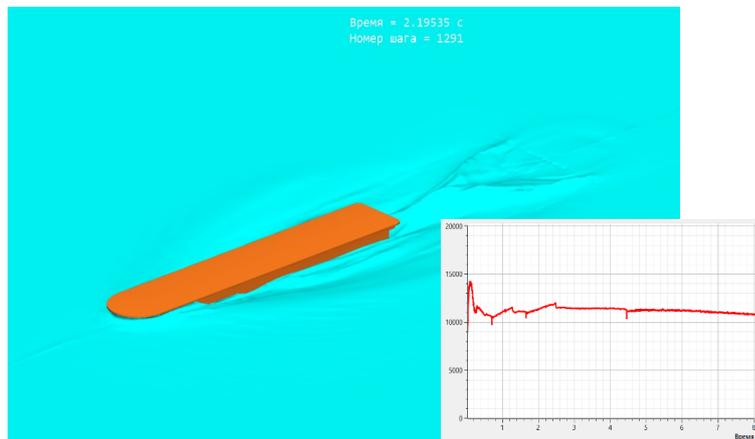
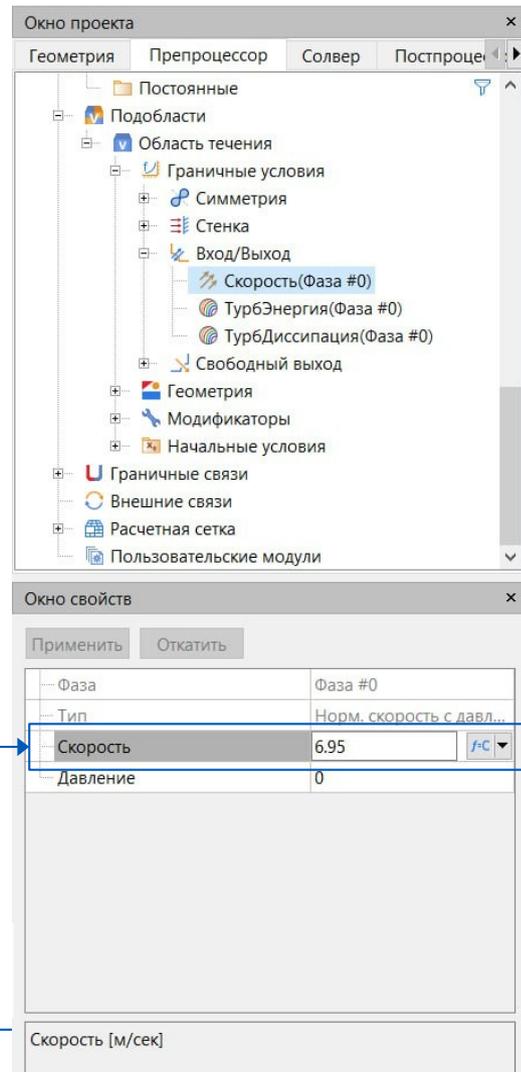


СЦЕНАРИИ РАБОТЫ

РАСЧЁТЫ В «СТАРШИХ» САЕ-СИСТЕМАХ



Передача данных
из ЛОЦМАН:PLM
для постановки задачи
(скорость судна $V = 6,95$ м/с)



СЦЕНАРИИ РАБОТЫ

РАСЧЁТЫ В «СТАРШИХ» САЕ-СИСТЕМАХ

Возврат значения
из FlowVision в ЛОЦМАН:PLM
для проверки требования

Индикация
соответствия

Результат проверки

Не проведена

Выбор даты

Результат проверки требования к буксировочному сопротивлению

Описание

Требования

Идентификатор	Требование	Тип	Значение	Единица
COTA-485	Буксировочное сопротив...	Выход	От 10000 до 15000	Н
COTA-484	Проектная скорость судна	Вход	25	км/ч

Расчетный проект

Идентификатор	Требование	Тип	Значение	Единица
COTA-484	Проектная скорость судна	Вход	25	км/ч
COTA-485	Буксировочное сопротив...	Выход	От 10000 до 15000	11453,6 Н

Результаты

Идентификатор	Требование	Статус	Значение	Единица
COTA-487	Требование к буксировочному сопротивлению	Выполнено		
COTA-485	Буксировочн...		От 10000 до 15000	11453,6 Н

Запрос на проверку требования к бу
Необходимо проверить значение буксировочного сопротивления при проектной скорости судна

Контрольный рубеж
COTA-477 - Окончание технического проекта

Метод определения соответствий
M2 - CFD анализ

Доказательная документация

Объекты проверки

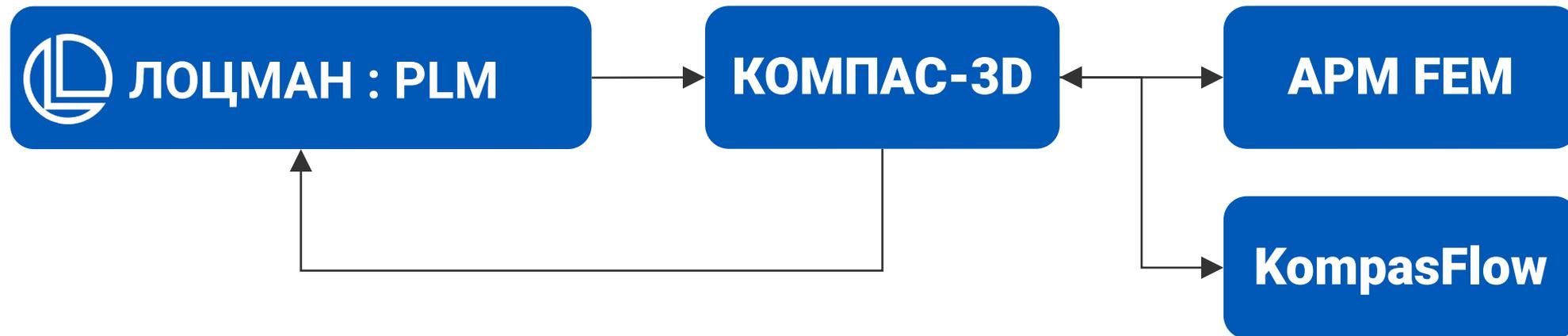
Применить полученные значения для результата

Требование

Расчётное значение

СЦЕНАРИИ РАБОТЫ

РАСЧЁТЫ В КОМПАС-3D

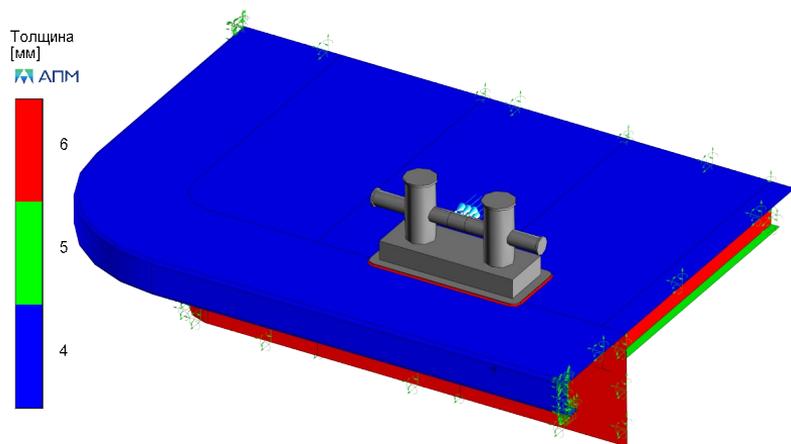


СЦЕНАРИИ РАБОТЫ

РАСЧЁТЫ В КОМПАС-3D

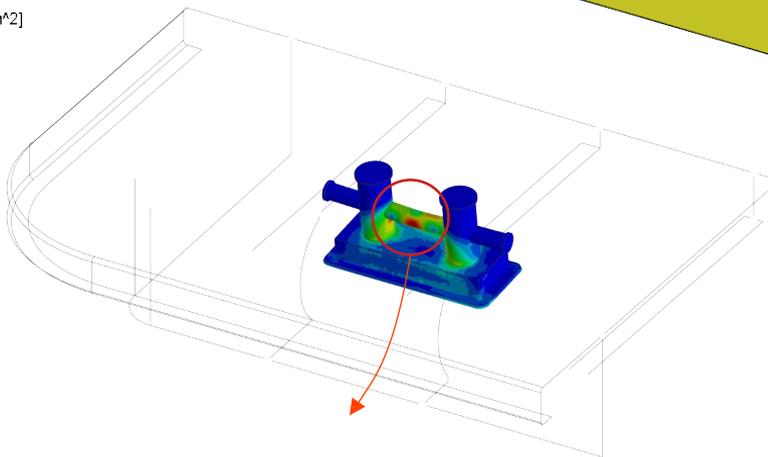
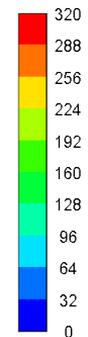
Передача данных из ЛОЦМАН:PLM для постановки задачи (внешняя нагрузка на кнехт $F = 6,4$ тс)

Выполнение расчёта прочности кнехта

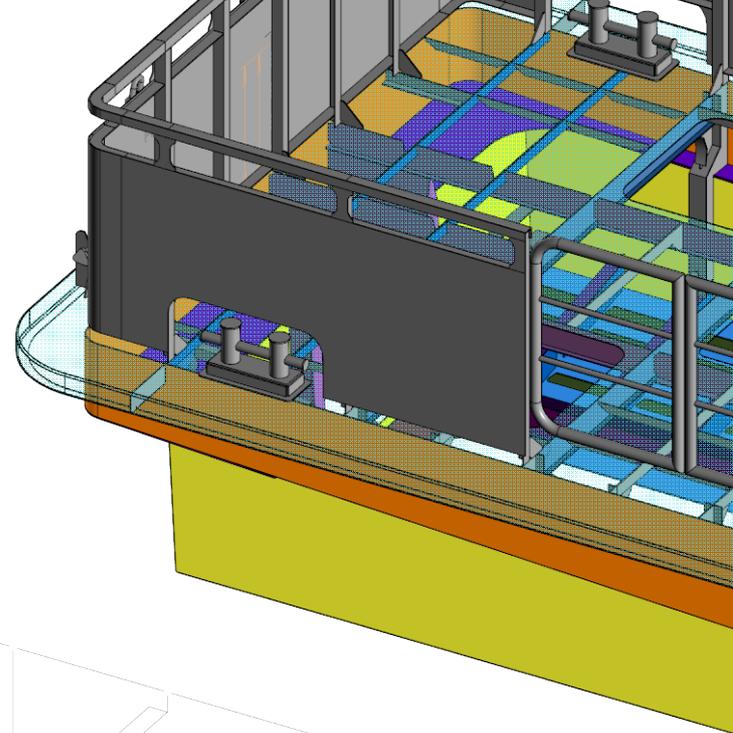


SVM[Н/мм²]

АГПМ



Максимальные эквивалентные напряжения в кнехте $\sigma_{\max} = 452.8$ МПа



СЦЕНАРИИ РАБОТЫ

РАСЧЁТЫ В КОМПАС-3D

Возврат значения
из КОМПАС-3D в ЛОЦМАН:PLM
для проверки требования

Редактирование характеристики

Наименование:

Класс:

Единица измерения:

Тип:

Значение: -

Значение результата

Значение:

**ГОТОВЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ САЕ-СИСТЕМ
В ВАШИХ ПРОЕКТАХ?**

ДАВАЙТЕ ОБСУЖДАТЬ!

Санкт-Петербург
ул. Одоевского, дом 5, лит. «А»

+7 999 249 09 00
dmitriev_an@ascon.ru
ascon.ru

