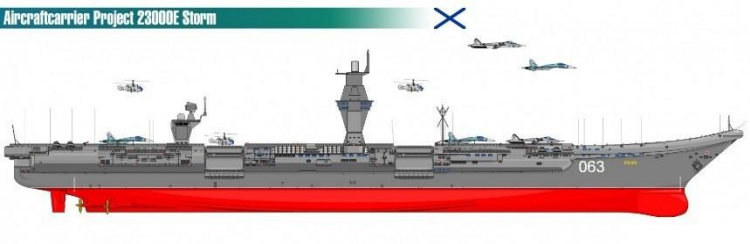
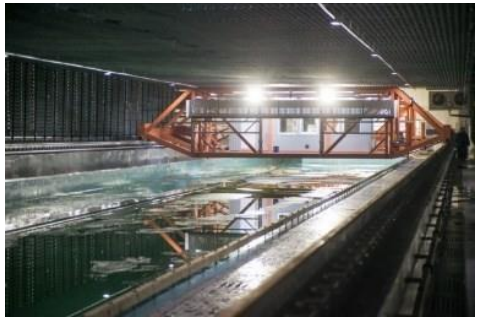
Крыловский государственный научный центр

Санкт-Петербург

Крыловский государственный научный центр сегодня:



- Современный инжиниринговый центр
- 3000 сотрудников, из которых 300 кандидатов наук
- Работа по международным ((DIN EN ISO/IEC 17025:2005)) и российским стандартам

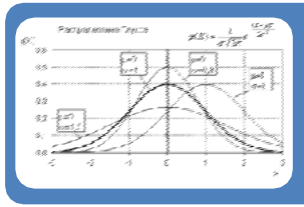


http://krylov-centre.ru/en/

- Системная интеграция в области военного кораблестроения и гражданского судостроения
- Исследования ходкости кораблей и судов
- Исследования в области гидро- и аэродинамики, прочности, энергетики и электроэнергетических систем, физических полей, гидроакустики;
- Проектирование судов
- Стандартизация и сертификация продукции

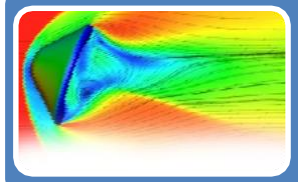
Основные направления деятельности

Правила и методы



Фундаментальные исследования:

- в области морской и речной техники,
- по планирования систем морского транспорта,
- материалам и технологиям морского и речного судостроения



Исследования и разработки:

- гидродинамика,
- прочность,
- энергетика, электродвижение, физические поля корабля

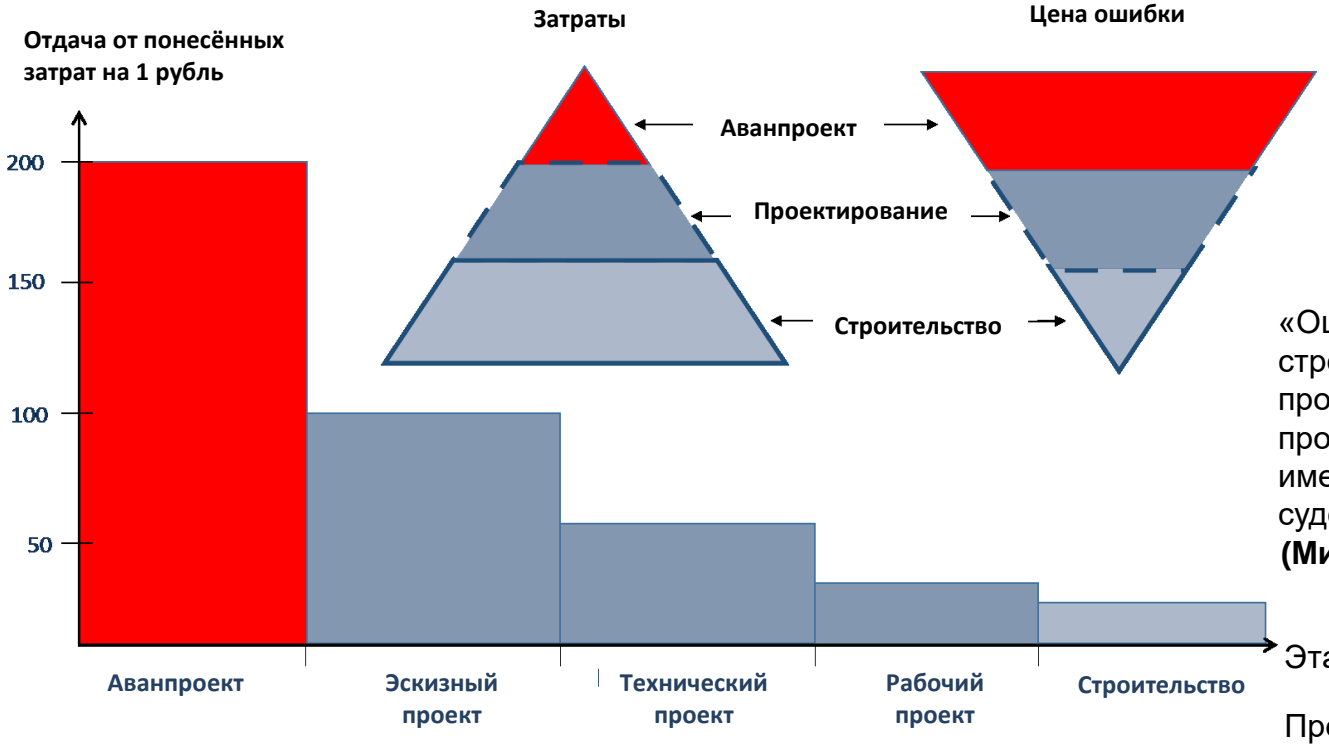
Практическое проектирование

Предварительное и техническое проектирование и экспертиза проектов судов

Проектирование и экспертиза судового оборудования:

- электротехнического оборудования,
- движительных комплексов

Цена ошибки на различных этапах проектирования и постройки судна

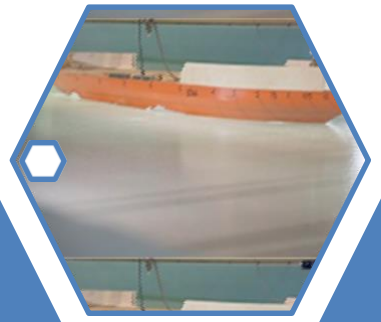


«Оценка показывает, что этап проектирования (около 10% всех затрат на строительство) определяет 85% стоимости. Затраты на качество проектирования – выбор основных параметров корабля, технологии производства, материалов для строительства, видов оборудования и т.д. – имеют существенное влияние на расходы как судоверфи, так и судовладельца».
(Михальский 2004)

Этап строительства	Цена этапа	Влияние на общую цену строительства
Предварительное проектирование	3 %	60 %
Другие этапы проектирования	7 %	25 %
Строительство корабля	90%	15 %

Экспериментальная база фундаментальных и прикладных исследований

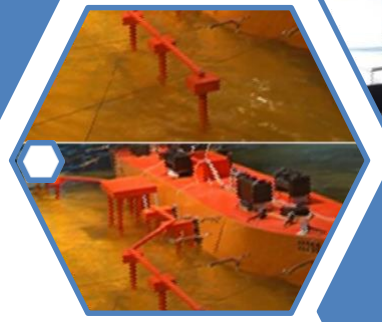
Эллинги ресурсных и статических испытаний



Гидробарические камеры

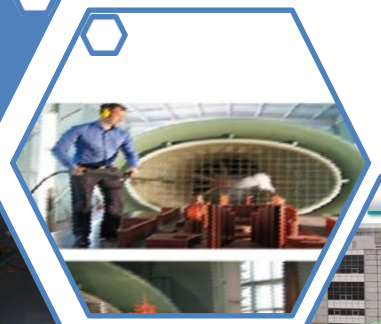
Опытовые бассейны

Комплексы кавитационных труб



Аэродинамическая труба

Тренажерный центр



Стенды систем энергоснабжения

Мореходные бассейны

Мореходный бассейн

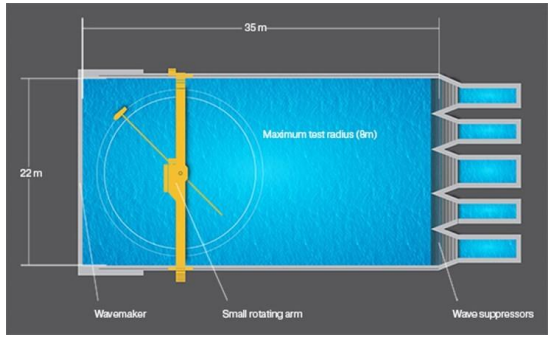
Предназначен для определения воздействия естественных внешних условий: волнения (регулярного и нерегулярного), течений и ветра на суда, корабли, морские и портовые сооружения.

Общие размеры чаши бассейна:	**Размеры волн:**
Длина – 161 м; Ширина – 20 м. Глубина – от 0.2 до 4 м; Скорость тележки – от 2.5 до 3.5 м/с (на всей длине – 5.5 м/с)	Длина – 1.5–8.0 м; Высота – до 0.3 м.

Маневренно-мореходный бассейн

Предназначен для определения гидродинамических характеристик радиоуправляемых самоходных моделей судов длиной до 3 м, а также для физического моделирования движения и динамического позиционирования судов на тихой воде и в условиях волнения. Бассейн оборудован установками для специализированных испытаний

Размеры бассейна:	**Размеры волн:**
Длина – 35 м; Ширина – 22 м; Глубина – 3 м.	Высота – до 0.15 м.



Комплекс кавитационных труб

Гидродинамические, акустические и вибрационные испытания гребных винтов различного типа

Большая кавитационная труба

- Сечение рабочего участка – 1.3x1.3
- Мин. число кавитации – 0.5
- Макс. скорость – 13.0 м/с

Средняя кавитационная труба

- Сечение рабочего участка – 0.68x0.68
- Макс. скорость – 12.0 m/s
- Мин. число кавитации – 0.15

Кавитационная труба для специальных гребных винтов

- Сечение рабочего участка – 0.4x0.4
- Макс. скорость – 10.0 m/s
- Мин. число кавитации– 0.5

Испытания на мощности 5 МВТ	Испытания на мощности 40 МВТ
Общая площадь всего стенда 6000 м²	Испытания на напряжения 10,5 кВ
Около 500 единиц испытательного электрооборудования	Площадь испытательного поля 2400 м²
120 крупных электрических машин	Кран грузоподъёмностью 125 тонн
Испытания на требованиям вибрации и акустики	Испытания СЭД в статических, динамических и аварийных режимах

Сокращает время ввода в эксплуатацию электрооборудования на судне

Позволяет испытывать

СЭД

Тр

ЭРУ

ГЭД

ПЧ

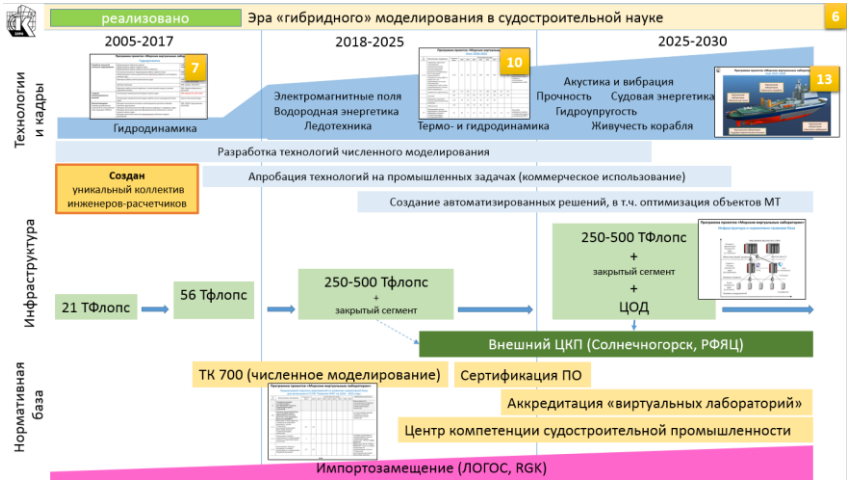
КЗА

Моделирование в судостроении

Физическое моделирование

- Физические прототипы
- Физические модельные и натурные экспериментальные исследования
- Результаты работ экспериментальной базы
- Зарубежное ПО

«Гибридное» моделирование



Суперкомпьютерное моделирование дорогое НО – дешевле, чем просто физический эксперимент

Математическое моделир-ие

- Виртуальные прототипы
- Численные модельные и натурные экспериментальные исследования
- Отечественное ПО

  База знаний
- Машинное обучение

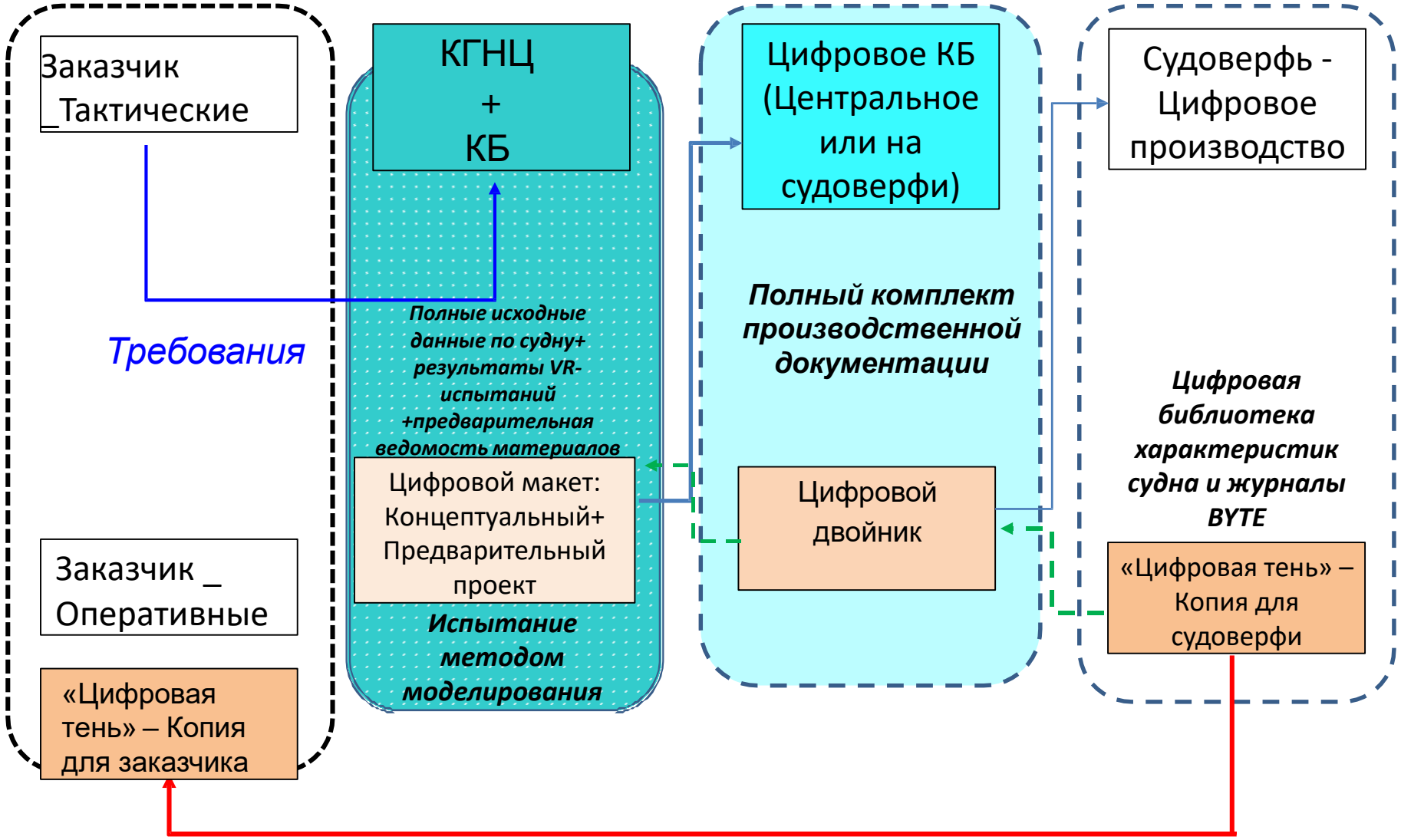
95 / 5 %

Физический эксперимент/Компьютерное моделирование

20 / 80 %

Краткий обзор

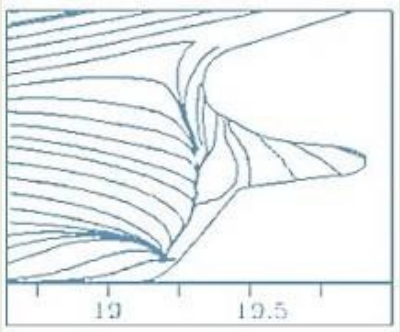
На пути к цифровизации полного жизненного цикла – цифровой исследовательский центр судостроения: видение

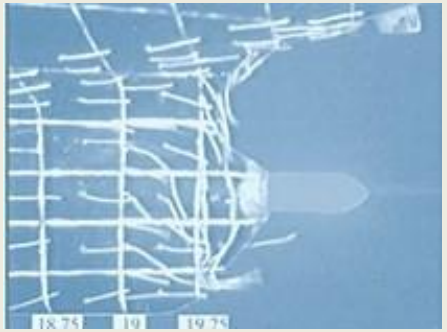


Типовые применения математического моделирования гидродинамических процессов

Предварительная отработка формы обводов, т.е. расчеты с вариацией формы с целью получения либо наилучших, либо заданных гидродинамических характеристик, как правило, с последующим изготовлением модели и проведением ее испытаний.

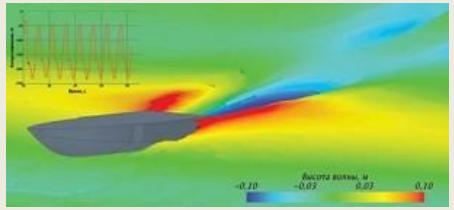
Расчеты параметров, которые невозможно получить путем физического эксперимента, оценка влияния масштаба, т. е. сравнительные расчеты корреляции модельных и натурных условий; компьютерное моделирование, полностью заменяющее физический эксперимент, в случае, если точность расчетных характеристик может находиться в пределах 10-20% от гипотетического физического модельного эксперимента.



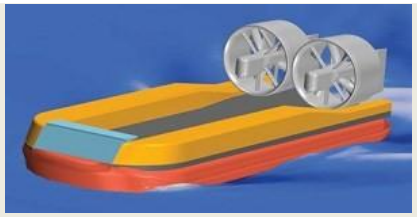


Численное, а затем физическое моделирование корпуса грузового судна

Динамическое характеристики судов и морских конструкций: прогнозирование маневренности и качки судна: помимо экономии времени, затрачиваемого на изготовление физических моделей, методы CFD позволяют моделировать нестандартные маневры или условия, такие как навигация в узких акваториях, излучинах рек и т. д.

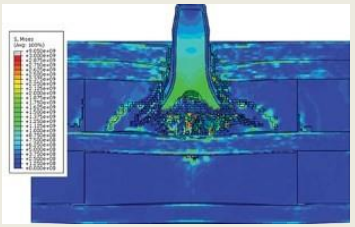


Моделирование: килевые и бортовые колебания на большой скорости при регулярном волнении



Моделирование взлета СВП

Традиционные вопросы тепло / массообмена, а также новые задачи структурного анализа, включая эксплуатационные нагрузки и нагрузки от воздействия окружающей среды, гидроупругий анализ и анализ термических напряжений конструкций.

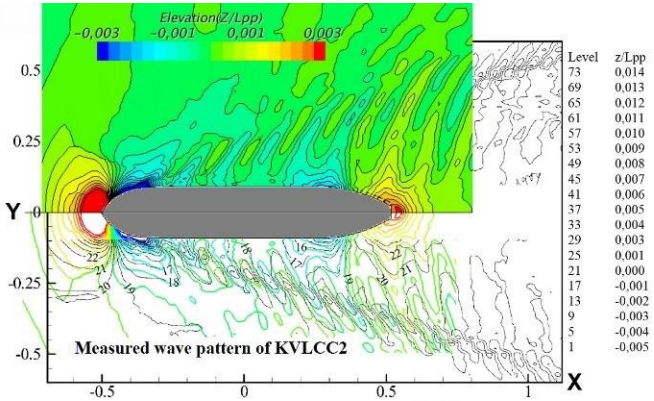


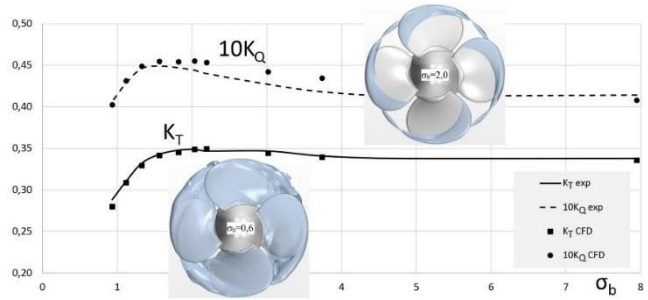
Деформация воздушной подушки при контакте с препятствием

Виртуальное моделирование судна - математического моделирования гидродинамических процессов (CFD)

Задачи цифрового проектирования: использование результатов CFD для разработки обводов корпуса судов и движителей; CFD расчеты моделей воздушных и водных потоков вокруг судов и гребных винтов – корпус-движитель взаимодействия; динамическое поведение судов и морских сооружений; структурный анализ судов и морских сооружений

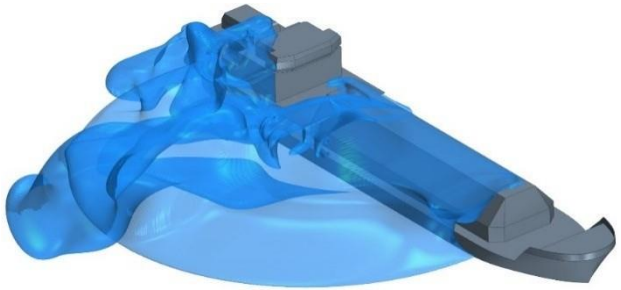
Географическая и архитектурная аэродинамика: Расчет ветровых режимов на заданной местности; ветровые нагрузки на здания и инженерные сооружения; распределение давления на поверхностях конструкций и полей скоростей вокруг зданий и инженерных сооружений.

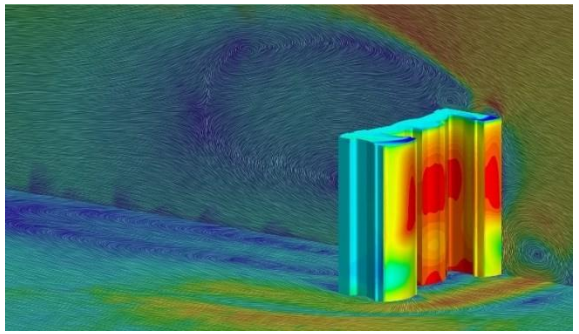




- Главный кластер:
100 двухпроцессорных узлов с 12-ядерными процессорами
Максимальная нагрузка — 21 ТФлопс;
- Дополнительный кластер:
10 двухпроцессорных узлов с 4-ядерными процессорами
Максимальная нагрузка — 938 ГФлопс;
- Дополнительный кластер:
Максимальная нагрузка — 952 ГФлопс.

Экспериментальные исследования и численное моделирование аварийных ситуаций, например
при транспортировке различных жидких грузов (например разлитие нефти)

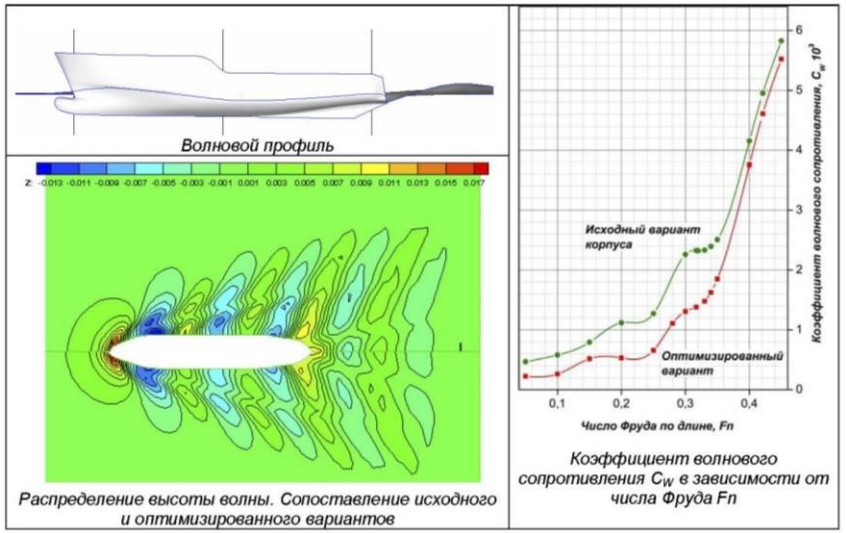




Области сотрудничества

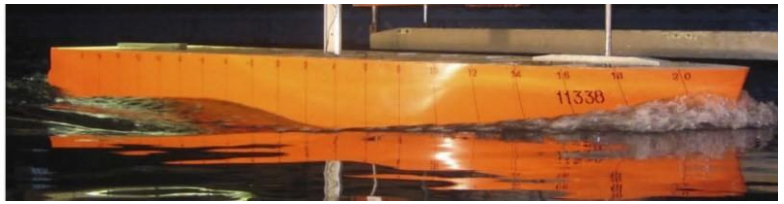
Разработка и моделирование обводов корпуса и пропульсивной установки: разработка движителей (винтов) с оптимизированными характеристиками гидродинамики, кавитации и прочности

Моделирование взаимодействия корпуса и движителя: математическое моделирование гидродинамических процессов валидация методами физического моделирования в испытательных бассейнах



Распределение высоты волны. Сопоставление исходного и оптимизированного вариантов

Коэффициент волнового сопротивления C_W в зависимости от числа Фруда Fn



Резюме

Основные продукты Крыловского государственного научного центра

A. Правила, методы, испытания и поверка –для инженерных конструкций и материалов
B. Проектные решения:
   - концептуальное, предварительное и техническое проектирование,
   - проектирование, производство и поставка отдельных систем/компонентов
C. Перспективное проектирование и модельные испытания технических решений
D. Обучение

Спасибо!

196158, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44

Представительство в Москве: 109240, Москва, Славянская пл., 2/5/4

Тел.: +7 499 501-76-67, Факс: +7 499 501-76-69

krylov@ksrc.ru

http://krylov-centre.ru/en