

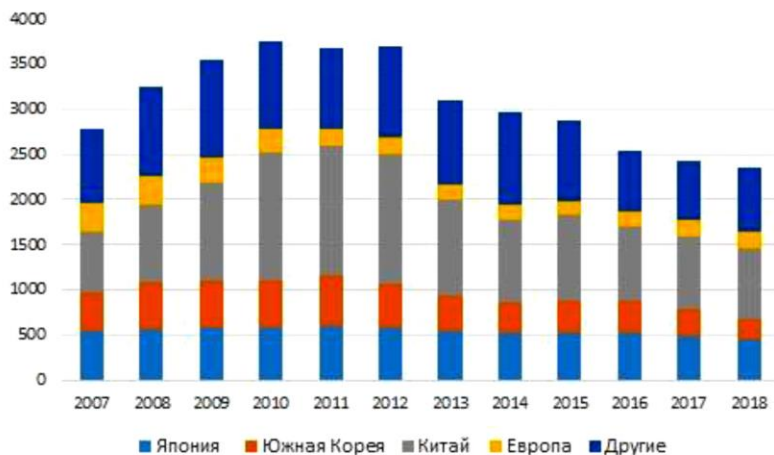


Крыловский  
государственный  
научный центр

## О современных тенденциях в судостроении

И. о. генерального директора  
ФГУП «Крыловский государственный  
научный центр»  
Филиппов Павел Васильевич

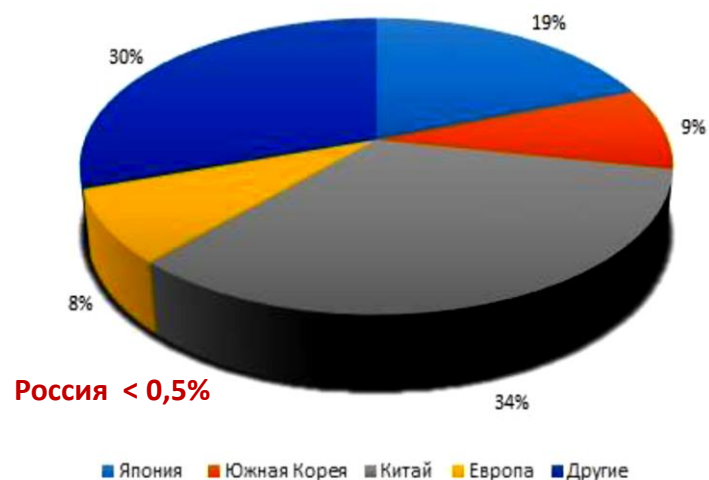
3.07.2019,  
Мурманск



Динамика количества построенных в мире судов, 2007-2018 гг.

По объему построенных судов на рынке наблюдается спад. Количество построенных в 2018 году судов на 3% ниже показателя 2017 года, по тоннажу картина выглядит иначе – показатель вырос на 46%. Такой разброс обусловлен увеличением тоннажа заказываемых судов. Главным образом, он наблюдается в Японии.

Абсолютным лидером по количеству построенных судов является Китай (34%), причем его доля несколько выросла, по сравнению с 2017 годом. За ним следует Япония с долей 19%. По тоннажу Южная Корея все равно отстает от Китая, но ее доля равна показателю Японии – 25%. В целом ситуация на мировом рынке судостроения в настоящий момент нестабильная. Это не является новым явлением, поскольку отрасль сильно зависит от колебаний мировой торговли, которые достаточно трудно предсказать. Кризис перепроизводства привел компании к необходимости сосредоточиться на инновациях и новых технологических решениях, связанных с необходимостью улучшения показателей эффективности работы судна.



Распределение общего количества построенных судов по странам, 2018 г.

Основные критерии новизны и предпочтений потребителя:

## **ЭКОНОМИКА – ЭКОЛОГИЯ – БЕЗОПАСНОСТЬ**

В среднесрочной перспективе в области судостроения прогнозируется:

- **рост заказов на крупные и сложные суда;**
- **расширение сфер использования сжиженного природного газа в качестве топлива;**
- **развитие гибридных энергетических установок;**
- **рост числа судов с полным электродвижением;**
- **развитие технологий, обеспечивающих экологичность судна;**
- **развитие технологий в области создания безэкипажных судов;**
- **применение передовых технологий проектирования и строительства судов.**



Построенное в г. Сен-Назер судно длиной 362 м и шириной 66 м имеет пассажировместимость 6800 человек и тоннаж 228,081 тыс. рег. т.



*Symphony of the Seas* (IMO: 9744001, флаг Багамские острова) — с 22 января 2019 года является крупнейшим пассажирским судном в мире по валовой вместимости, на 228 021 GT., и превосходит в этом «сестринский» лайнер *Harmony of the Seas*. Было спущено на воду в 2017 году. Длина — 361,011 метра. Судно способно вместить 5 тысяч 518 пассажиров при двухместном размещении до максимальной вместимости 6680 пассажиров, а также экипаж из 2200 человек.










*Vale Brasil* (IMO: 9488918, флаг Гонконга, переименованное позже в *Ore Brasil*) — длина — 362 м, ширина — 65 м, дедвейт — 402 347 т. Спущен на воду в 2010 году. Самые большие сухогрузы для перевозки руды носят название *Valemax*: это серия судов бразильской горнодобывающей компании *Vale SA*. Семь рудовозов были заказаны этой фирмой в Южной Корее и еще 12 — в Китае. Пионером среди близнецов было судно *Vale Brasil*.

- OOCL Hong Kong на данный момент является крупнейшим в мире контейнеровозом. Судно было построено компанией Samsung Heavy Industries и спущено на воду в мае 2017 года. OOCL Hong Kong имеет грузместимость 21 413 TEU и работает на 77-дневной линии, которая включает в себя такие порты как Шанхай, Нинбо, Сямэнь, Янтьян, Феликстосу, Роттердам, Гданьск и Вильгельмсхафен.

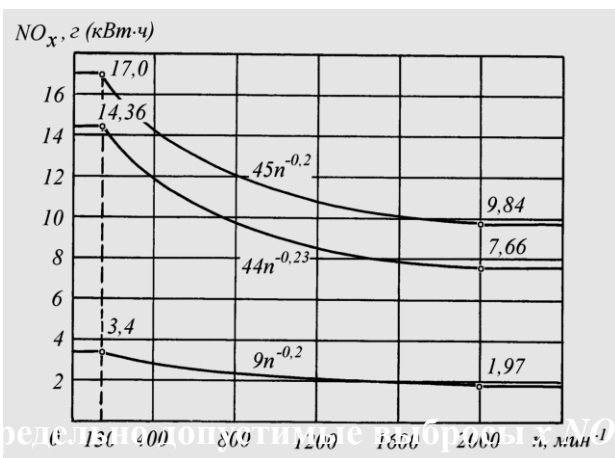
- Barzan(UASC) – судно класса ultra large container ship. Barzan стал первым судном из серии шести супер-контейнеровозов вместимостью до 18,800 TEU, построенных в Южной Корее для United Arab Shipping Company (UASC). Согласно заявленным данным, данная серия судов **самая экологически чистая.**

### World's Largest Containerships

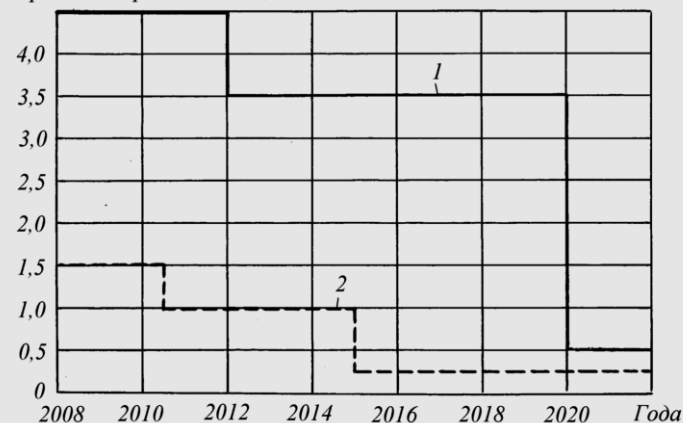
		Nominal TEU tdw	LOA m	Breath m	Depth m	Draft m
OOCL HONG KONG 6 units in series from May 2017		21,413 teu 191,317 tdw	399.9	58.8	32.5	16.0
MADRID MAERSK 11 units in series from Apr 2017		20,568 teu 210,019 tdw	399.0	58.6	33.2	16.5
MOL TRIUMPH 6 units in series from Mar 2017		20,170 teu 192,672 tdw	400.0	58.8	32.8	16.0
BARZAN 6 units in series from Apr 2015		19,870 teu 199,744 tdw	400.0	58.6	30.6	16.0
MSC OSCAR 12 units in series from Jan 2015		19,224 teu 197,362 tdw	395.4	59.0	30.3	16.0
CSCG GLOBE 5 units in series from Nov 2014		18,982 teu 184,320 tdw	399.7	58.6	30.5	16.0
Maersk 'EEE' 20 units in series from Jun 2013		18,340 teu 194,153 tdw	399.2	59.0	30.3	16.0

ALPHALINER

**Ситуация на рынке мировой торговли диктует судостроителям новые правила игры. Так, рост перевозок сжиженного природного газа (СПГ) приводит к увеличению количества заказов на постройку газовозов, что является специализацией Южной Кореи. Самым значительным катализатором роста в настоящий момент является необходимость обновления флота для соответствия судов новым стандартам ИМО по объемам вредных выбросов в атмосферу.**

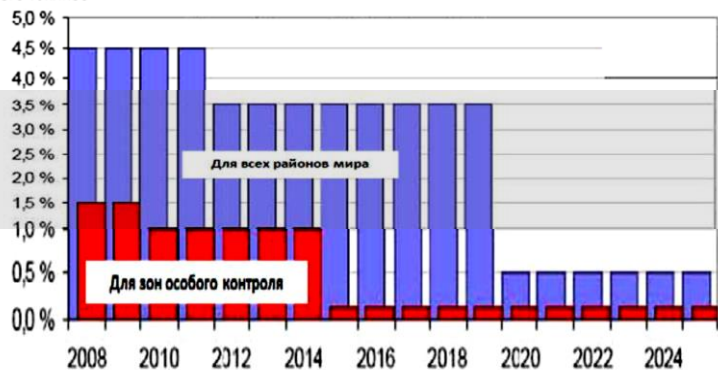


Содержание серы в топливе, %

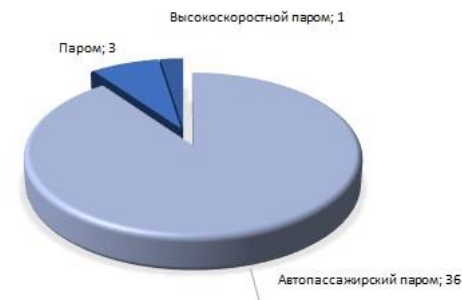
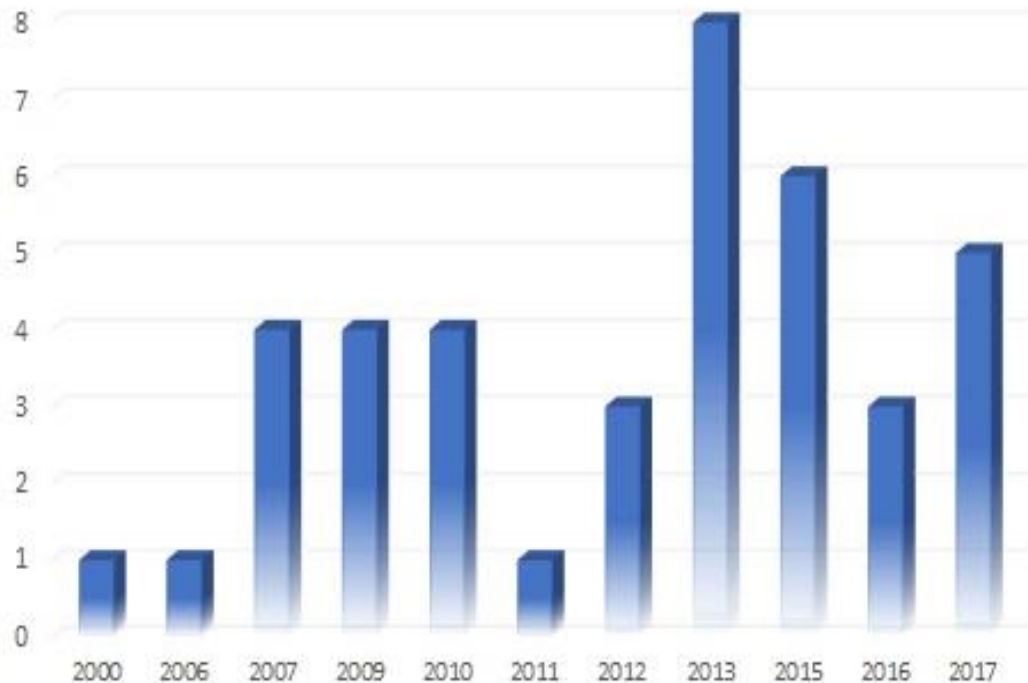


1 – зона открытого моря, 2 – зона регулируемых выбросов  
**Ограничения ИМО по содержанию серы в топливе**

Допустимый  
% содержания  
серы в топливе



Приложение VI МАРПОЛ 73/78					ЕС Директива Совета N 99/32/ЕС	
Район	Год				Год	
	2010	2012	2015	2020	2000	2008
Районы контроля выбросов (SECA)	1,0%	0,1%	-	-	0,2%	0,1%
Весь мир	4,5%	3,5%	-	0,5%	-	-



**Наибольшую долю составляют автопассажирские паромы. Большинство из них было построено в Польше, на верфи Remontowa.**

**Динамика ввода в эксплуатацию пассажирских судов на СПГ. Основная сдача судов пришлась на 2018 год. Число сданных судов - 12 единиц.**



Первые в мире танкеры класса «Aframax» 114 000 DWT, строящиеся для Совкомфлота, будут иметь длину 250 м, ширину 44 м и высоту борта 21 м. В качестве топлива используется СПГ



Компания MOL приступила к постройке революционного балкера, работающего на сжиженном природном газе.

В 2018 году «Совкомфлот» приступил к опытной коммерческой и технической эксплуатации первых в мире крупнотоннажных нефтеналивных танкеров, использующих СПГ-топливо в качестве основного. Так ведущий оператор танкеров типа «Афрамекс» в партнёрстве с нефтегазовыми и судостроительными компаниями инициировал перевод целого сегмента фрахтового рынка на более эффективную, «зеленую» технологию.



Переход на СПГ-топливо по своей значимости сопоставим с технологической революцией, которая произошла в начале 20 века, когда мировой торговый флот отказался от использования угля в пользу мазутов и дизельного топлива. «Зеленые» танкеры СКФ стали примером того, как российская компания, по сути, задала тон технологическому развитию целого сегмента мировой судоходной индустрии.

К перспективным и альтернативным видам судового топлива в настоящее время относятся:

- природный газ – метан ( $\text{CH}_4$ );
- водород ( $\text{H}_2$ );
- биогаз на основе метана (метанол);
- сжиженные углеводородные газы: пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) и бутан ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ).





## Основные схемы гибридных ЭУ для «hybrid ship» :

- параллельная;
- последовательная;
- последовательно-параллельная;
- гибрид с аккумуляторами;
- гибрид «Плагин» (с внешними источниками энергии).



Судно длиной 160 м, шириной 27,1 м и осадкой 6 м, получившее рабочее наименование «Color Hybrid», сможет брать на борт до 2000 пассажиров и 500 автомашин. Первое судно планируется сдать в мае 2018 г., а остальные два – к концу 2018 г.

Внешний вид парома с комбинированной СЭУ типа «plug-in»



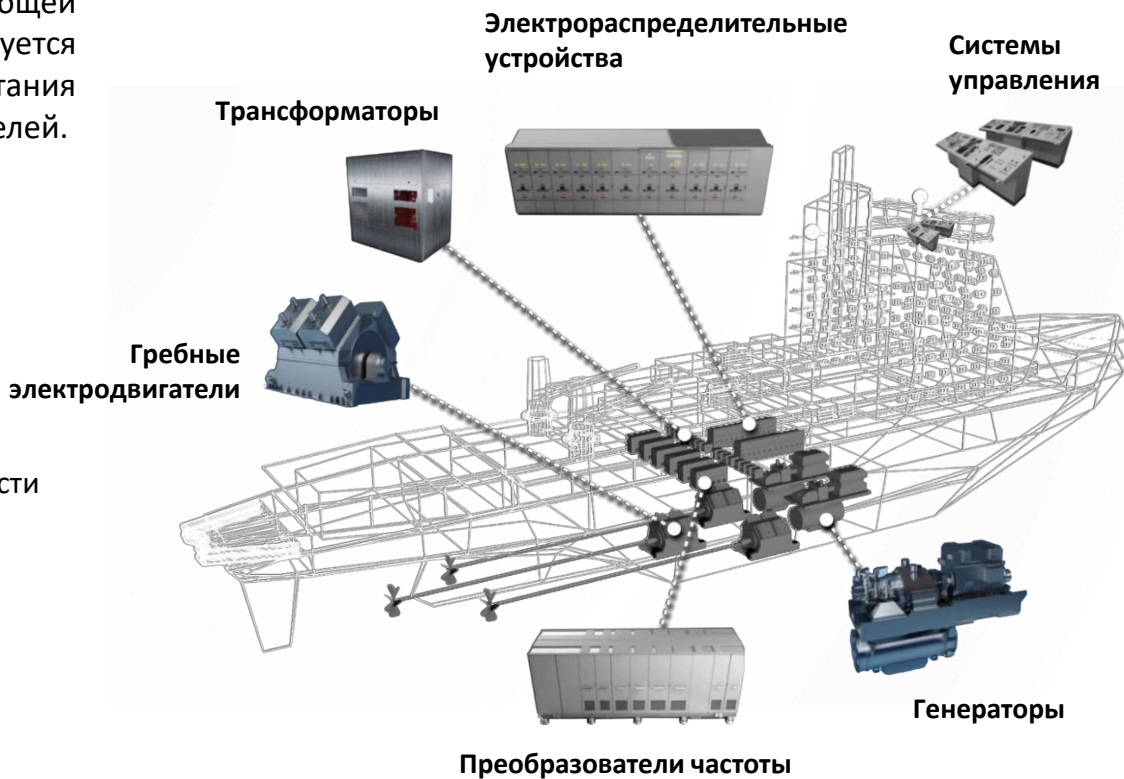
## Единая электроэнергетическая система с системой электродвижения

### Краткое описание:

Единая электроэнергетическая система (ЕЭЭС) – это комплекс, связанных между собой, устройств и электрооборудования, объединённых общей системой управления, в котором используется единый источник электроэнергии для питания системы электродвижения и судовых потребителей.

### Актуальность:

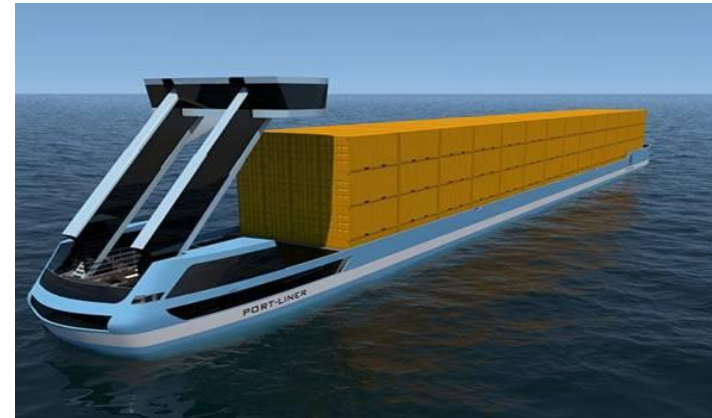
- Высокая надёжность и безопасности плавания
- Уменьшение времени и упрощение способа реверсирования винта
- Улучшение виброшумовых характеристик
- Снижение расхода топлива и увеличение дальности плавания
- Улучшение маневренности судна и возможность динамического позиционирования
- Упрощение управления движением судна и маневрированием
- Упрощение мероприятий по поддержанию технической готовности
- Возможности гибкой компоновки элементов системы позволяет изменять архитектуру судна





Контракт норвежской электрокомпании NEC (Norwegian Electric Systems) с судостроительной компанией Navyard Ship Technology.

В рамках контракта будет построено пять паромов вместимостью 50 автомобилей и 200 пассажиров, также два паромов - вместимостью 80 автомобилей.



Голландские электробаржи намерены потеснить фуры на рынке перевозок.

Особенностью проекта является то, что аккумуляторные батареи размещаются в быстросъёмных контейнерах, которые легко заменять во время работы баржи.

## **«Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими»** *(введена в действие 8 сентября 2017 г)*

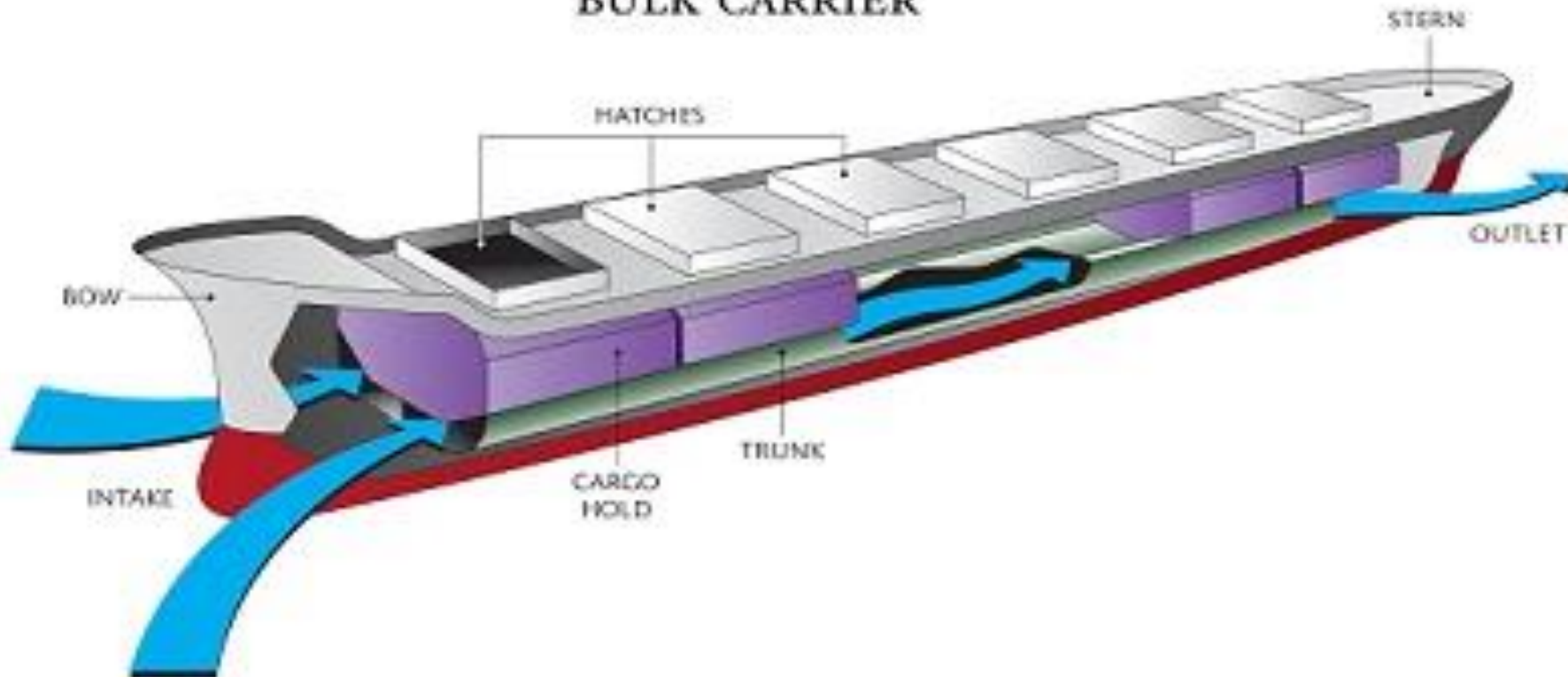
**Основной опасностью считается перенос морских организмов с балластной водой из одной экосистемы в другую.**

**Принципиальных решений пока два:**

- **установка систем обработки балластной воды;**
- **создание безбалластных судов.**

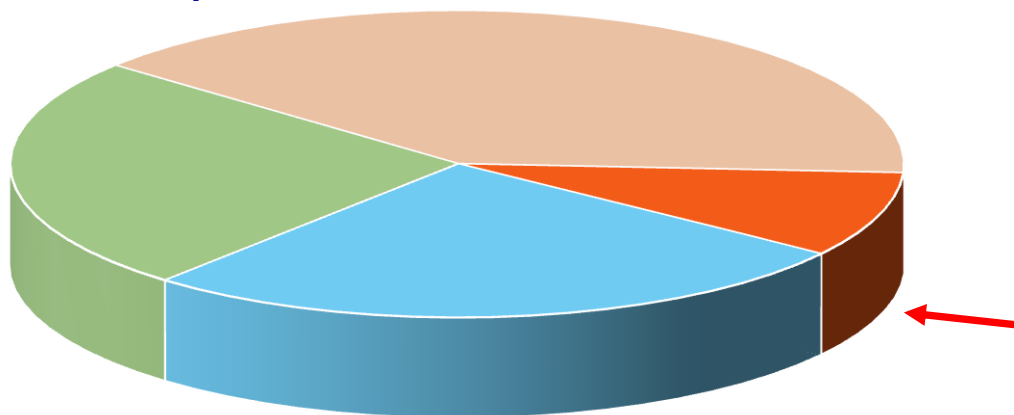
**Удовлетворение требований Конвенции потребует в течение пятилетнего периода установить системы обработки балластной воды в мире примерно на 70 тысяч судов**

## BALLAST-FREE BULK CARRIER



Эффект в данном проекте достигается за счет использования в качестве балласта проточной воды, проходящей при движении судна через его корпус.

## Аварии за последние 5 лет



- Повреждения механизмов или корпуса
- Пожары и взрывы
- Посадка на мель
- Столкновения судов

## Причины пожаров и взрывов





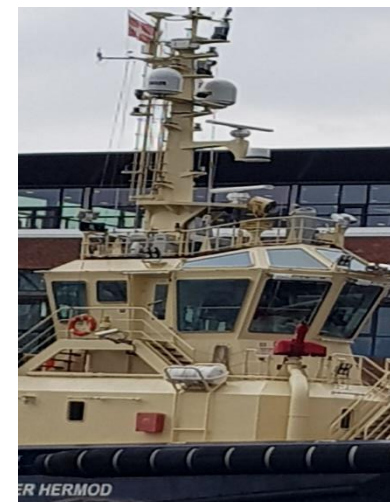
## Автоматизированный балкер i-Dolphin



Длина – 179 м    Ширина – 32 м    38800 DWT

«Умное» судно i-Dolphin стало первым среди автоматизированных судов, прошедшим сертификацию Китайского общества судовой классификации.

При его эксплуатации применяются новейшие информационные технологии, включая сбор и обработку данных в режиме реального времени, вычисления большой емкости, цифровое моделирование и дистанционное управление.



Прототип датского безэкипажного судна на базе морского буксира в г. Коппенгаген. **Обратить внимание на РТВ этого судна.**

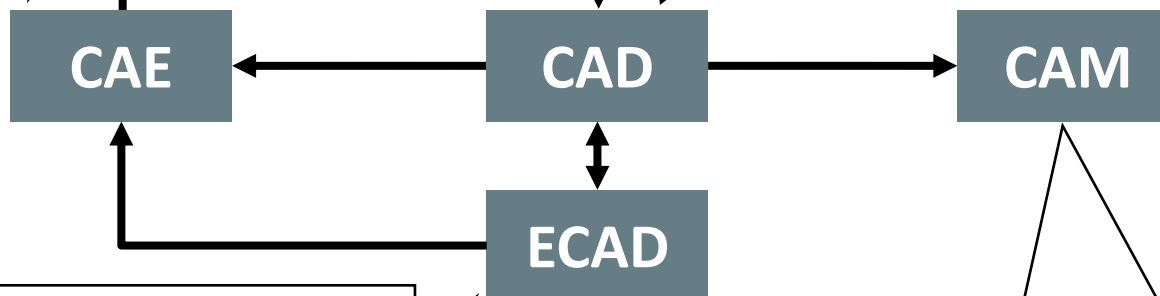




Недалекое будущее морских перевозок в Арктике  
(проект КГНЦ)

- Инженерные расчеты
- Расчёты прочности
- Тепловой расчёт
- Динамический расчёт и т.п.

- Поиск инженерных решений (компоновка, оптимизация и т.п.)
- Контроль собираемости изделия и исключение коллизий
- Проектирование систем (трубопроводные и кабельные трассы)
- Разработка технологической оснастки
- Выпуск КД на изделие
- Выпуск КД на технологическую оснастку



- Разработка схемы электрической принципиальной
- Подготовка конструктива печатной платы
- Согласование требований
- Трассировка печатной платы

- Генерация и верификация управляющих программ для станков с ЧПУ



План / ЭП

Технический  
проект

Рабочий  
проект

Этап  
строительства

ТОиР

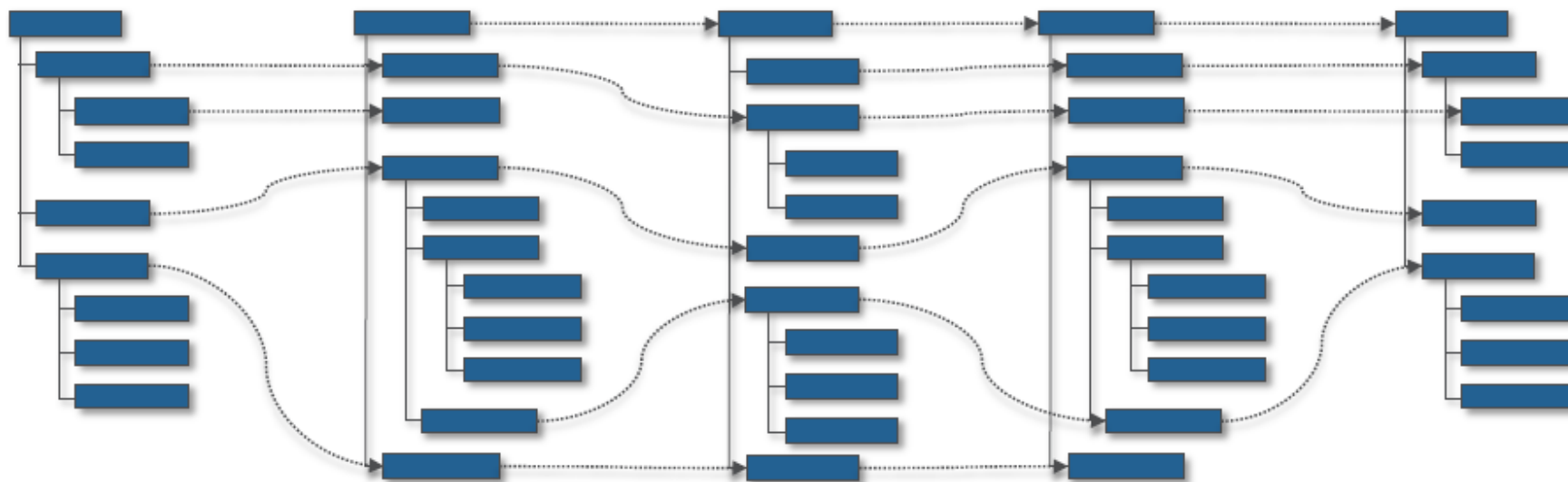
Структура  
требований

Системная  
Логическая

Конструкторская  
структура

Строительная  
структура

Эксплуатационная  
структура

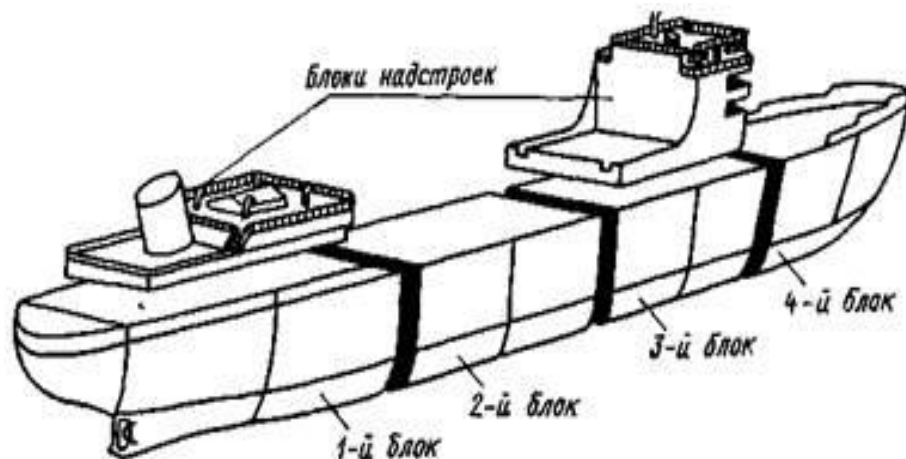


Производственная система  
и система планирования

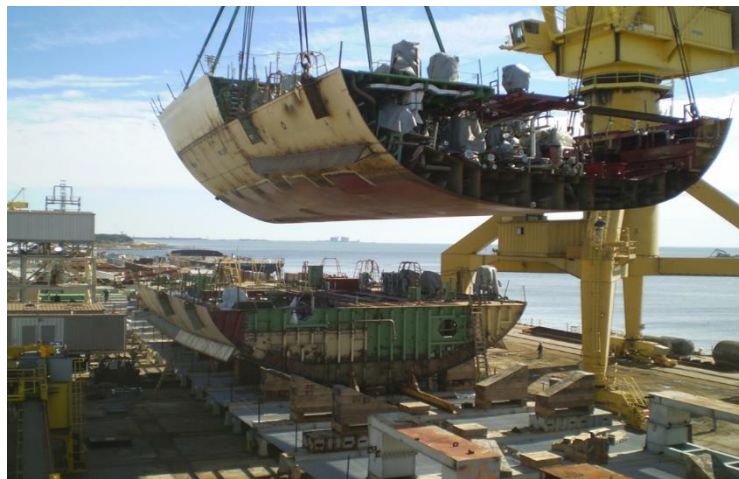
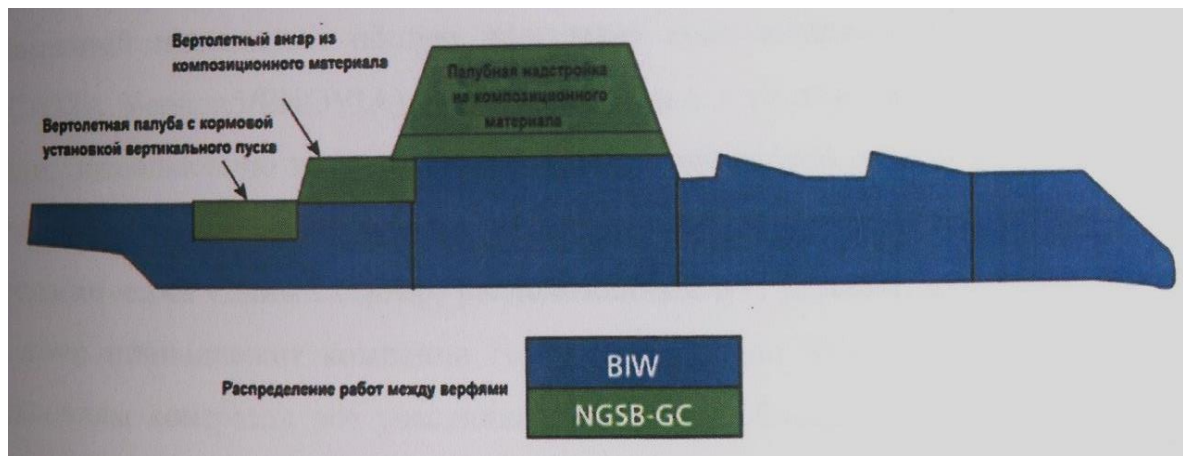
Перспективным направлением совершенствования методов постройки судов является разработка и применение методов, основанных на модульном принципе проектирования судов. Сущность таких методов заключается в формировании судов из ограниченного числа конструктивных и функциональных модулей.

Функциональный модуль — конструктивно и технологически законченная унифицированная сборочная единица с установленным в ней насыщением (системами, оборудованием и т.п.), которая предназначена для выполнения одной из функций судна.

В качестве перспективной формы организации судостроительного производства в первую очередь принимается поточно-позиционная. В качестве перспективной стратегии постройки в мире принимается стратегия «совместной постройки». В качестве передовых технологий судостроения специалисты называют аддитивные технологии. Несомненно, 3Dпечатная революция значительно повлияет на судостроение и материально-техническую базу.



Ведущие судостроительные компании мира сейчас переходят от технологии формирования корпуса из гранд-блоков весом до 1 500 тонн к мега-блокам весом до 3 000 тонн. Это прямой путь к решительному снижению производственных издержек и повышению производительности труда в судостроении.



Супер-блоки ЭМ «Зумвольт» и функционально-насыщенный блок ЭМ УРО «Спрюинс»



- **Задача отечественного судостроения на среднесрочную перспективу – удержать свои позиции на внутреннем рынке в тех секторах, в которых исторически и технологически наблюдается приоритет: строительство ледоколов и судов арктического плавания;**
- **Получить компетенции, и вместе с ними долю на внутреннем и внешнем рынках, в строительстве газозовов («Звезда», п. Большой Камень);**
- **Расширять компетенции в строительстве судов внутреннего плавания. Осваивать внутренний и внешний рынки;**
- **Расширять долю отечественных промысловых судов с поэтапным решением задачи импортозамещения судового оборудования;**
- **Сфокусироваться на проектировании и строительстве сложных наукоемких НИС.**

**Для решения сформулированных выше задач внедрять повсеместно инновационные инструменты проектирования и управления ЖЦ изделий судостроения.**

**Применять перспективные крупномодульные технологии судостроения с использованием глубокой унификации комплектующих, межзаводской кооперации, а также современных способов производства: использования 3D моделей, аддитивных технологий, где это возможно.**



Крыловский  
государственный  
научный центр

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Контактная информация:

Россия 196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д.44

ФГУП «Крыловского государственного  
научного центра»

e-mail: [krylov@krylov.spb.ru](mailto:krylov@krylov.spb.ru)