

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Кафедра газохимии

Мещерин И.В.

МОРСКАЯ ТРАНСПОРТИРОВКА СПГ РАСЧЕТ ТАНКЕРНОГО ФЛОТА

учебное пособие

Рекомендовано кафедрой газохимии РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению «Химическая технология»

Москва, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,
2019

УДК 629.123
ББК 39.48
М56

Мещерин, И.В. Морская транспортировка СПГ. Расчет танкерного флота
[Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Мещерин. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина, 2019.

В пособии рассмотрены мировой флот танкеров СПГ и его перспективы, приводится метод решения транспортной задачи морской транспортировке СПГ и пример ее решения.

Пособие предназначено для изучения дисциплины «Морская транспортировка СПГ» студентами, обучающимися по направлению 18.04.01 Химическая технология, а также может быть полезно бакалаврам, магистрантам и аспирантам других специальностей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Мировой флот танкеров СПГ и его перспективы	6
1.1. Формирование флота	6
1.1.1. История флота.....	6
1.1.2. Этапы формирования флота с учетом долгосрочных циклов колебаний конъюнктуры	8
1.1.3. Грузовместимость танкеров СПГ	10
1.1.4. Грузовые системы танкеров СПГ	15
1.1.5. Главные энергетические установки	21
1.2. Развитие современного мирового флота танкеров СПГ	22
1.2.1. Количественный состав флота	22
1.2.2. Инновационные конструктивные особенности современного флота.....	23
1.2.3. Мультигазовые танкеры.....	45
1.2.4. Грузовые системы	48
1.2.5. Пропульсивные системы	54
1.2.6. Фрахтовый рынок	74
1.2.7. Плавучие терминалы СПГ	78
1.3. Моделирование проектов морского транспорта СПГ	88
1.3.1. Выполнение моделирования	88
1.3.2. Создание отчета о моделировании	92
1.3.3. Сохранение результатов моделирования	92
1.3.4. Сравнительный анализ результатов моделирования.....	92
2. Флот проекта Ямал-СПГ	95
2.1. Общие тенденции	95
2.1.1. Формирование флота.....	95
2.1.2. Южнокорейская DSME выиграла тендер на строительство 9 СПГ-танкеров для «Ямал СПГ» за \$2,8 млрд	98
2.1.3. Компания АББ получила заказ на оснащение танкеров СПГ ледового класса	98
2.1.4. Михельсон недооценил отечественных судостроителей. ОСК готова выполнить заказы на СПГ-танкеры.....	101
2.1.5. Газовозы СПГ усиленного ледового класса Arc 7 будут оснащены двухтопливными двигателями Wärtsilä.....	105
2.1.6. Китайская Sinotrans построить 5 танкеров - газовозов для проекта Ямал-СПГ	107
2.1.7. Греческая Dynagas займется перевозкой газа «Ямал СПГ»	107

2.1.8.	Всем СПГ-танкерам проекта «Ямал» присвоят Polar Class 3-4	109
2.2.	Ситуационная оценка строительства танкеров СПГ	111
2.2.1.	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering получила первый заказ на строительство танкера СПГ для проекта Ямал СПГ	111
2.2.2.	Заложен киль арктического газовоза для проекта «Ямал СПГ».....	111
2.2.3.	Верфь DSME спустила на воду танкер СПГ ледового класса для проекта «Ямал СПГ»	112
2.2.4.	Первый газовоз для "Ямала СПГ" будет передан "Совкомфлоту" осенью	113
2.2.5.	ВТБ даст \$260 млн Совкомфлоту на танкер для Ямал СПГ	113
2.2.6.	«Ямал СПГ» в июле получил около € 775 млн от китайских банков	113
2.2.7.	В Мурманском морском торговом порту отгружают многотонные ростверки на Ямал.....	115
2.2.8.	Скоро «Ямал-СПГ» получит первое гигантское судно для перевозки модулей.....	116
2.2.9.	1-ое судно BigRoll Barentsz серии MC для проекта Ямал-СПГ спущено на воду на верфи Cosco Dalian Shipyard.....	117
2.2.10.	Головное судно - тяжеловоз класса MC, построенное компанией Cosco Dalian Shipyard Co. Ltd , передано заказчику	119
3.	Метод решения транспортной задачи морской транспортировке СПГ	121
3.1.	Транспортные задачи по морской транспортировке СПГ	121
3.2.	Пример решения транспортной задачи.....	122
3.2.1.	Проведение расчетов.....	122
3.2.2.	Задача оптимизации.....	128
3.2.3.	Вывод	131
	Список литературы	132

ВВЕДЕНИЕ

Поставщик СПГ практически не ограничен географическими факторами и за счет гибкости технологии получает возможность получения дополнительной прибыли. Большинство крупных компаний наращивают объемы торговли газом в основном за счет производства и поставок СПГ, поэтому сейчас емкость сегмента СПГ мирового газового рынка растет быстрее, чем трубопроводного.

Продажи СПГ в 90-е годы увеличивались в мире в среднем на 2,5% в год. Начиная с 2003 года, этот показатель составляет 7,3% при темпах роста спроса на природный газ 2% в год. По прогнозам аналитиков тенденция сохранится. Увеличение расстояний между рынками и сырьевыми базами повышает конкурентоспособность СПГ по сравнению с трубопроводным газом. Этот фактор является определяющим для роста спроса на СПГ в Китае, Индии и Корее.

В мире уже сейчас насчитывается более 70 приемных терминалов, а скоростные танкеры могут эффективно доставить СПГ практически на любой рынок из любого добывающего региона. На базе суммарной емкости и дефицитности региональных рынков следует рассматривать три основных сегмента-бассейна и анализировать возможности, которые позволят определить приоритеты и найти оптимальные направления работы, чтобы утвердиться в каждом из них:

- ✓ Атлантический бассейн;
- ✓ Тихоокеанский бассейн;
- ✓ Бассейн Индийского океана.

Наиболее важными для первого периода поставок ПАО «Газпром» признаны рынки Атлантического и Тихоокеанского бассейнов. Атлантический является самым емким, ликвидным и с наибольшим дефицитом СПГ - 52 % от общего мирового показателя. Здесь Россия обладает наиболее мощной сырьевой базой и возможностью влияния на конкурентную среду за счет имеющегося бизнеса.

1. Мировой флот танкеров СПГ и его перспективы

1.1. Формирование флота

1.1.1. История флота

Необходимость разработки и внедрения новых способов транспортировки природного газа (ПГ) появилась в 30-х годах прошлого века на фоне роста его потребления и расширения международной торговли. Эта ситуация способствовала появлению морских наливных судов нового типа – танкеров - газовозов.

На начальном этапе для транспортировки газа переоборудовались обычные танкеры. Первый специально спроектированный газовоз был построен в Швеции в 1953 году и назывался “Rasmus Tolstrum”. Его дедвейт составлял всего 445 тонн, а грузовместимость 667 м3. В 1959 году было построено первое судно для перевозки нефтяных газов комбинированным (под давлением и частично охлажденными) способом «Decart» вместимостью 5220 м3.



Рисунок 1 Первое в мире судно для перевозки СПГ «Methane Pioneer» («Aristotle») переоборудованное из сухогруза «Marlin Hitch»

Первые разработки в области морских перевозок СПГ были начаты в 1950-х годах в США. Пробные поставки СПГ в Великобританию начались в 1959 году,

Первое судно – метановоз для перевозки СПГ в 1959 году было переоборудовано из сухогруза «Marlin Hitch» типа и было переименовано в «Methane Pioneer». В этом же году судно совершило свой первый рейс из США в Великобританию с 5000 м³ СПГ на борту (Рисунок 1).

Первая экспериментальная транспортировка доказала, что большие объёмы СПГ могут быть безопасно доставлены потребителям морским транспортом. В 1972 году «Methane Pioneer» переименован в «Aristotle».

Впоследствии были созданы специализированные суда для транспортировки СПГ – метановозы. В 1964 году в Великобритании было построено первое специализированное судно для перевозки сжиженного природного газа «Methane Princess» (Рисунок 2).



Рисунок 2 Первое построенное специализированное судно для перевозки СПГ «Methane Princess»

Первые суда для перевозки сжиженного природного газа имели грузовые танки типа Conch, которые не получили широкого распространения. Всего было построено шесть судов с этой системой. Она базировалась на призматических самоподдерживающих танках, сделанных из алюминия с

изоляция из бальсы, которая в дальнейшем была заменена полиуретановой пеной. При строительстве судов большого размера до 165000 м³, грузовые танки хотели сделать из никелевой стали, но эти разработки так и не воплотились в жизнь, так как были предложены более дешевые проекты.

Первые коммерческие рейсы и международная торговля СПГ с применением специализированных судов начались между Алжиром и Великобританией с пуском в 1964 году завода по сжижению с морским терминалом в порту Arzev (Алжир) и регазификационного терминала Canvey (Великобритания).

В 1965 году начались коммерческие поставки СПГ из Алжира во Францию. В 1969 году началось формирование рынка СПГ в Японии: первые поставки СПГ в Японию поступили из Брунея и Аляски. Позднее рынок СПГ стал создаваться в Индонезии, Малайзии и Австралии.

Первые поставки в США алжирского СПГ начались в 1972 году, однако дальше строительства четырех терминалов по приему СПГ дело не пошло, поставки СПГ в США резко сократились и оставались на низком уровне в течение 1980-1990 годов, и только в 2000 году объем поставок СПГ достиг уровня 1979 года.

1.1.2. Этапы формирования флота с учетом долгосрочных циклов колебаний конъюнктуры

С момента начала строительства и по настоящее время флот танкеров СПГ претерпел значительные изменения в количественном росте и качественном состоянии. Как и все специализированные сегменты мирового торгового флота, флот танкеров СПГ развивается в условиях долгосрочного цикла колебаний конъюнктуры фрахтового рынка, состоящий из фаз роста и коррекции.

Анализ показывает, что в 1969-1986, 1994-2008 годах флот танкеров СПГ в рамках этого цикла прошел две фазы роста, и по основному признаку – росту портфеля заказов, вступил в третью фазу, которая, началась в 2011 и

предположительно закончится к 2018 году. Кроме этого за прошедший период можно выделить две фазы коррекции 1986-1993 и 2009-2010 годы, третья фаза коррекции может наступить в 2019-2020 годах (Рисунок 3).

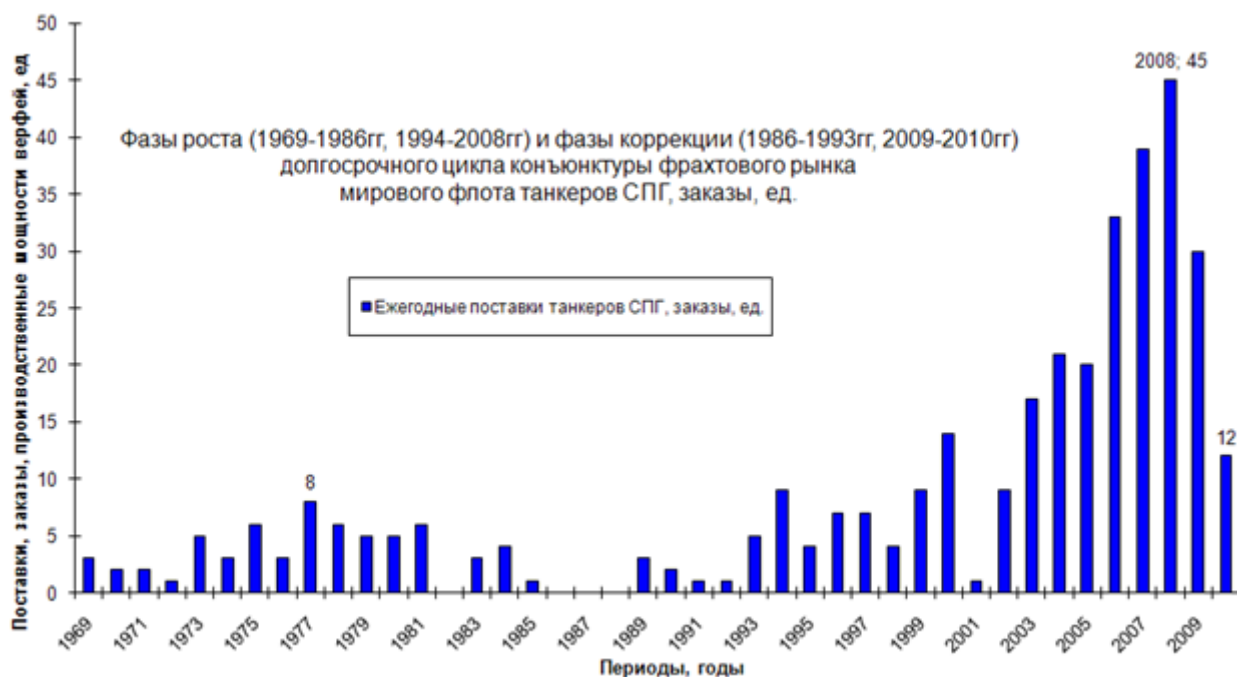


Рисунок 3 Фазы долгосрочного цикла колебаний конъюнктуры фрахтового рынка мирового флота танкеров СПГ

При этом, если для постройки первых 100 танкеров СПГ потребовалось 30 лет (1964-1994 гг.), чтобы довести их число до 200 (2006 г.) – двенадцать лет, а чтобы достичь 400 – семь лет (конец 2013 года).

В общем, развитие танкерного флота СПГ определяется следующими основными трендами:

Во-первых. Увеличение грузопместимости при оптимизации общих размерений и грузовой системы. Идеология этого тренда - максимально увеличить грузопместимость, при этом обеспечить доступность на большинство существующих терминалов, с учетом наличия ограничений по осадке, ширине и длине. Показателями этого тренда могут быть временные изменения грузовых стандартов и архитектурно-конструктивного типа танкеров СПГ.

Во-вторых, Повышение гибкости танкеров СПГ за счет универсализации путем внедрения и совершенствования системы повторного сжижения отпарного газа и регазификации. Показателем этого тренда является появление танкеров СПГ типа LNG RV и возможность трансформации этих танкеров в FSRU, т.е. появление в отрасли судов, которые обладая значительной грузоместимостью могут быть использованы, как полноценный танкер СПГ и как FSRU стоечного типа.

В-третьих, Увеличение мощности на винту для достижения более высоких скоростей, маневренности и одновременно минимизация удельного расхода топлива, как значимой величины в рейсовых расходах, включая применение двухваловых пропульсивных систем главных энергетических установок (ГЭУ) танкеров, внедрение паровых турбин, работающих на перегретом паре, двух-трехтопливных дизель-электрических среднеоборотных и низкооборотных дизелей.

1.1.3. Грузоместимость танкеров СПГ

До 1996 года в составе крупнотоннажных танкеров СПГ основную группу составляли танкеры грузоместимостью около 125 000 – 130 000 м³ СПГ. Однако уже к 2000 преобладающим становится грузовой стандарт 135 000 – 138 000 м³ СПГ. С 2004 года преимущества переходят к грузовому стандарту 145 000 -155 000. м³ СПГ (Рисунок 4).

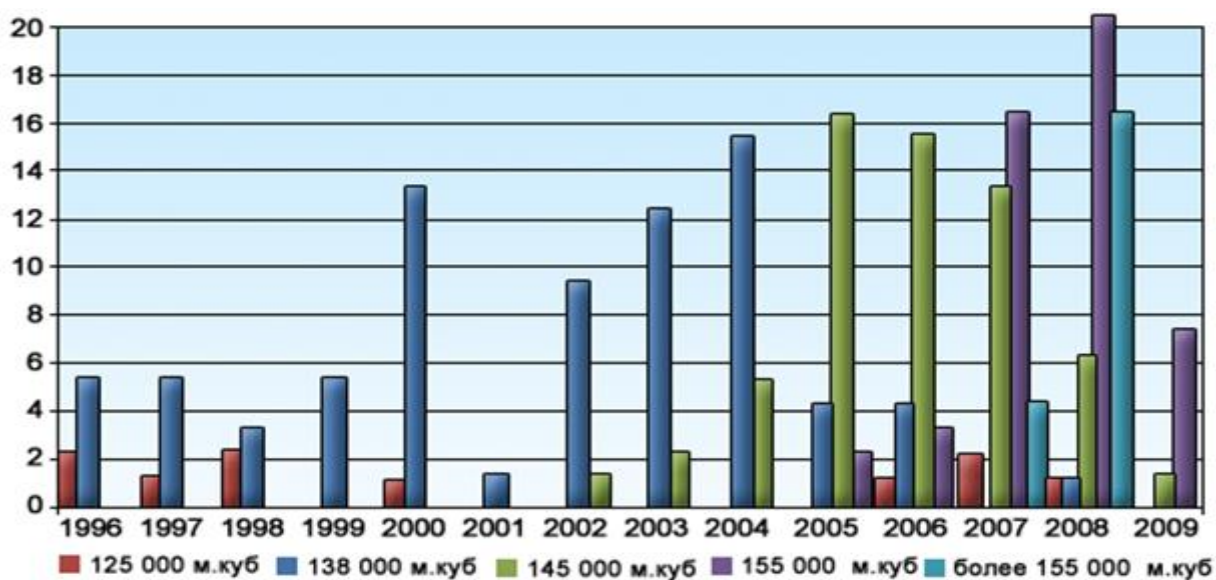


Рисунок 4 Тенденции развития вместимости танкеров СПГ, 1996-2009 гг.

В 2007 году передан в эксплуатацию компании BP Shipping танкер СПГ «British Emerald», построенный Hyundai Heavy Industries (HHI), который на тот период стал самым большим танкером СПГ: длина - 288 м, ширина – 44,2 м, высота надводного борта -26 м, грузовместимость - 155 000 м³ (Рисунок 5.).



Рисунок 5 Танкер СПГ «British Emerald»

Танкер имеет дизель-электрическую пропульсивную установку типа Dual Fuel Diesel Electric (DFDE), использующую два вида топлива - отпарный газ и HFO. Эксплуатационная скорость хода танкера 20 узлов, максимальная около 23 узлов. Потребление газа в качестве топлива для DFDE на 40 тонн в день меньше в сравнении с паровой турбиной, которой при той же скорости требуется 180 тонн топлива в день. Движение на два винта передается чрез редуктор от одного электрического двигателя. Оценивается, что главная энергетическая установка DFDE на 2-4% дороже паровой турбины, но за пять лет эксплуатации добавленная стоимость окупается. Топливная эффективность DFDE более чем на 10% эффективнее, чем у паровой турбины.

Значительный рост грузопместимости танкеров СПГ определился глобализацией мирового рынка СПГ, расширением географии поставок грузов СПГ, превращением сегмента СПГ в отдельную отрасль – морской транспорт СПГ. Базовым элементом этой отрасли, связывающей транснациональные рынки Атлантического, Индийского и Азиатско-Тихоокеанского бассейнов, являлись транспортно - логистические комплексы на основе танкеров СПГ. Особенно это характерно для Катара, который уже в период 2004-2009 гг. реализовал программу строительства танкеров класса Q-flex - грузопместимостью 210000-217000 м³ и Q-max - 263000-266000 м³. При этом Катар так и не перешел к проектам строительства танкеров грузопместимостью 300 000 м³ СПГ из-за кризиса и развития в США сланцевого газа.

Первый танкер класса Q-flex «Al Gattara» был сдан в эксплуатацию в конце 2007 года (верфь Hyundai Heavy Industries).

Первый в мире танкер СПГ класса Q-Max - «Mozah» передан в эксплуатацию в декабре 2008 г. Длина - 345 м, ширина – 53,8 м, высота надводного борта - 34,7 м, грузовместимость 266 тыс. м3 СПГ, дедвейт 125 600 тонн (Рисунок 6).



Рисунок 6 Танкер СПГ класса Q-Max «Mozah»

Танкер построен для Qatar Gas Transport Company на верфях Samsung по технологии ExxonMobil и Qatar Petroleum. Технология Q-Max включает ряд отраслевых инновационных усовершенствований: большие размерения танкера, применение судовых установок повторного сжижения газа, низкооборотных дизельных двигателей, двойных винтов и рулей, новейшая кремневая защита от обрастания корпуса судна и усовершенствованная противопожарная система, самые большие из когда-либо строившихся для танкеров СПГ грузовые танки.

Танкер СПГ класса Q-Max способен за один рейс перевести груз СПГ эквивалентный 160 млн. м3 ПГ. Изначально было заявлено, что танкеры СПГ этого класса обеспечит сокращение связанных с затратами на транспортировку на 20-30%. Суда Q-Max перевозят на 80% больше груза по

сравнению с танкерами грузового стандарта 145 000 – 155 000 м³ СПГ и в то же время требуют примерно на 40% меньше энергозатрат на единицу груза, благодаря высокой экономичности и коэффициенту полезного действия двигателей.

Последний танкер класса Q-max «Rasheedaa» был сдан в эксплуатацию в августе 2010 года. В настоящее время в эксплуатации находятся 31 танкер класса Q-flex и 14 класса Q-max, все они либо полностью, либо в составе совместных предприятий принадлежат катарской судоходной компании Nakilat. В состав флота этой компании входит 54 танкера СПГ, а всего катарские проекты обслуживают 78 танкеров.

Для доставки СПГ на небольшие расстояния используются газовозы грузоместимостью от 45 000 м³ до 100 000 м³ СПГ. Сейчас в мире эксплуатируется 30 судов подобного типа.

Мировой финансовый кризис 2008 года внес свои коррективы в долгосрочную тенденцию роста флота. В 2008 г. объем заказов на строительство танкеров СПГ резко снизился: 6 против 23, заказанных в 2007 г. Причиной этого послужило снижение инвестиций в проекты СПГ, снижение объёмов поставок СПГ и, как следствие, перенасыщенность рынка танкеров. В 2009 году не было заказано ни одного танкера, в 2010 году было заказано 5 танкеров вследствие чего в 2011 году на воду было спущено около 10, а в 2012 всего 2 танкера.

С начала 2011 года началась третья фаза роста, за этот год было размещено 64 заказа, такое количество превышено только в 2004 году, когда было заказано 67 танкеров СПГ. Эта очередная фаза роста может продлиться до 2018 включительно, и к началу 2019 года вновь перейти к фазе коррекции, которая, как ожидается, продлится до начала 2020 года.

По состоянию на начало последней коррекционной фазы (январь 2009 г.) мировой флот СПГ насчитывал 298 танкеров общим тоннажем более 40 млн. м³ СПГ, при этом портфель судостроительных заказов до 2012 года включал 79 танкеров общим тоннажем около 14 млн. м³ СПГ.

Помимо инновационных разработок, направленных на увеличение грузовместимости танкеров СПГ, совершенствуются и внедряются судовые системы повторного сжижения испарившегося газа (в среднем до 0,15% от общей массы груза в день), которые позволяют максимально сокращать потери груза, ранее учитываемые как безвозвратные.

1.1.4. Грузовые системы танкеров СПГ

До настоящего времени базовыми типами грузовых танков танкеров СПГ остаются сферические (Moss Rosenberg), мембранные (Technigaz и Gas Transport) и полумембранные (призматические, IHI-SPB). Они изготовлены с использованием технологий, запатентованных фирмами-разработчиками, и поэтому содержат в названиях имена разработчиков.

Основным трендом архитектурно-конструктивного типа танкеров СПГ первой фазы роста 1969-1979 гг. являлись танкеры со сферическими резервуарами типа Moss, которые в общей структуре флота этого периода составляли более 85% от его количественного состава.

Характерные особенности танкеров с вкладными сферическими емкостями типа Moss:

- основной конструкционный материал - алюминиевые сплавы или сталь с 9% содержанием никеля;
- высокая степень надежности и технологичность ремонта;
- достигнутый коэффициент испарения груза до 0,15 % за сутки при толщине изоляционного материала 220 мм.

Конструктивные особенности (негативные): большая степень раскрытия палуб, зависимость принимаемой ширины судна от диаметра установленных емкостей.

В 1977 году был построен и введен в эксплуатацию крупнейший по тем временам танкер СПГ «Hoegh Gandria» грузовместимостью 125 820 м³ (Рисунок 7).



Рисунок 7 Танкер СПГ " Hoegh Gandria "

Сферический танк опирается на цилиндрическую оболочку (юбку), устанавливаемую на двойном дне (Рисунок 8).

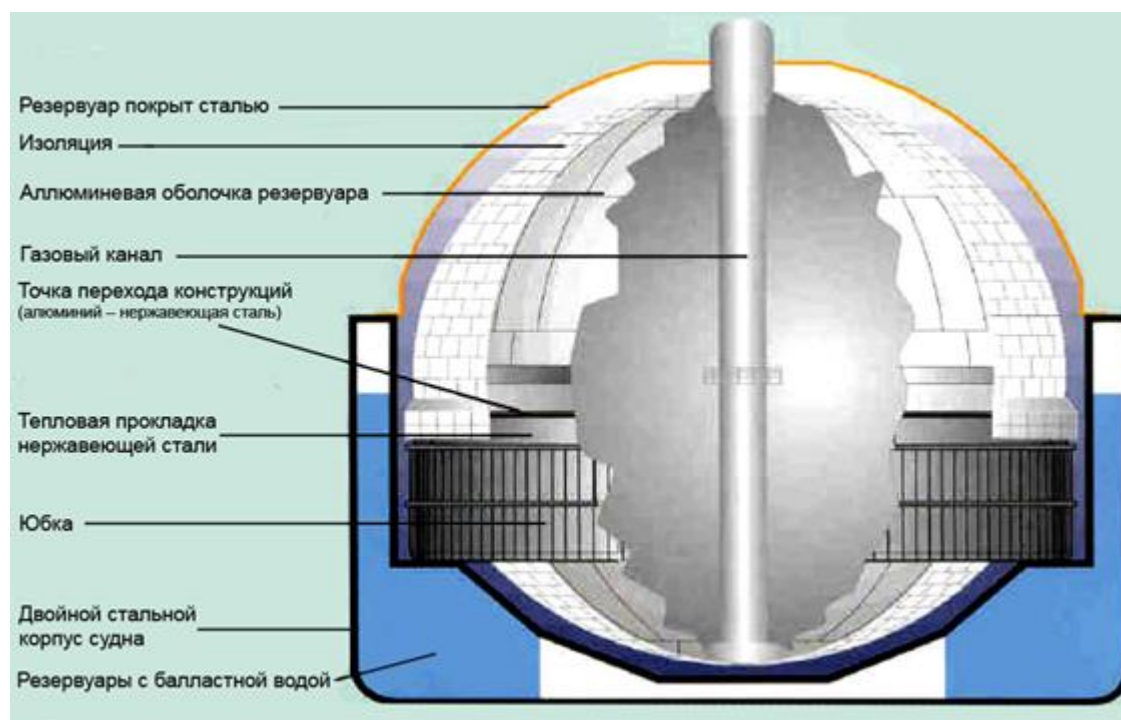


Рисунок 8 Схема устройства сферического резервуара Moss

Тепловые изменения размеров поглощаются деформацией танка и юбки. Раньше, на стандартных судах-метановозах вместимостью 125-138 000 м³, как правило, груз перевозился в пяти резервуарах. В последнее время вместо пяти устанавливают четыре танка такой же суммарной вместимости. При этом площадь под грузовыми танками сокращается, уменьшается длина судна и масса металлических конструкций, что приводит к увеличению грузовместимости и сокращению стоимости постройки такого судна.

Танкеры СПГ с мембранными резервуарами типа Gaz Transport и Technigaz (GTT) имеют следующие характерные особенности:

- основной конструкционный материал – инвар (сталь с 36% содержанием никеля), или нержавеющая сталь с двумя защитными барьерами;
- достигнутый коэффициент испарения груза - до 0,15% за сутки при толщине изоляционного материала 530 мм - для GTT Mark III и 250 мм - для GTT NO 96

Конструктивные особенности: меньшие габаритные размеры судна по сравнению с другими типами, трудоемкость и сложная технологичность ремонтных работ при утечке (испарении) газа через стенки грузовых емкостей.

На мембранных судах трещины, образовавшиеся во внутреннем корпусе, приводят к загрязнению балластной воды и изоляции мембранного танка, что приводит к необходимости проведения дорогостоящего ремонта. Ремонт трещин требует горячей обработки. Горячая обработка внутреннего корпуса требует удаления изоляции на внутреннем корпусе в целях пожаробезопасности.

Отличие грузовой системы GTT NO96-E2 с первичным и вторичным барьером теплоизоляции в том, что между этими барьерами помещаются гранулы перлита в контейнерах из фанеры. Уже признано, что благодаря использованию перлита (обладает хорошими теплоизоляционными свойствами), меняются традиционные решения в создании теплоизоляционного слоя, столь важного для поддержания низких температур

в танках в течение всего рейса. Использование перлита для теплоизоляции влияет на снижение стоимости постройки судов с грузовой системой GTT.

Мембранные танки имеют ограничения по объему частичной загрузки (не менее 75% максимально-возможной грузоподъемности), с целью недопущения дополнительных нагрузок, возникающих при перемещении груза, а во время балластных переходов – не более чем на 10% от их общей грузоподъемности (Рисунок 9, Рисунок 10, Рисунок 11).

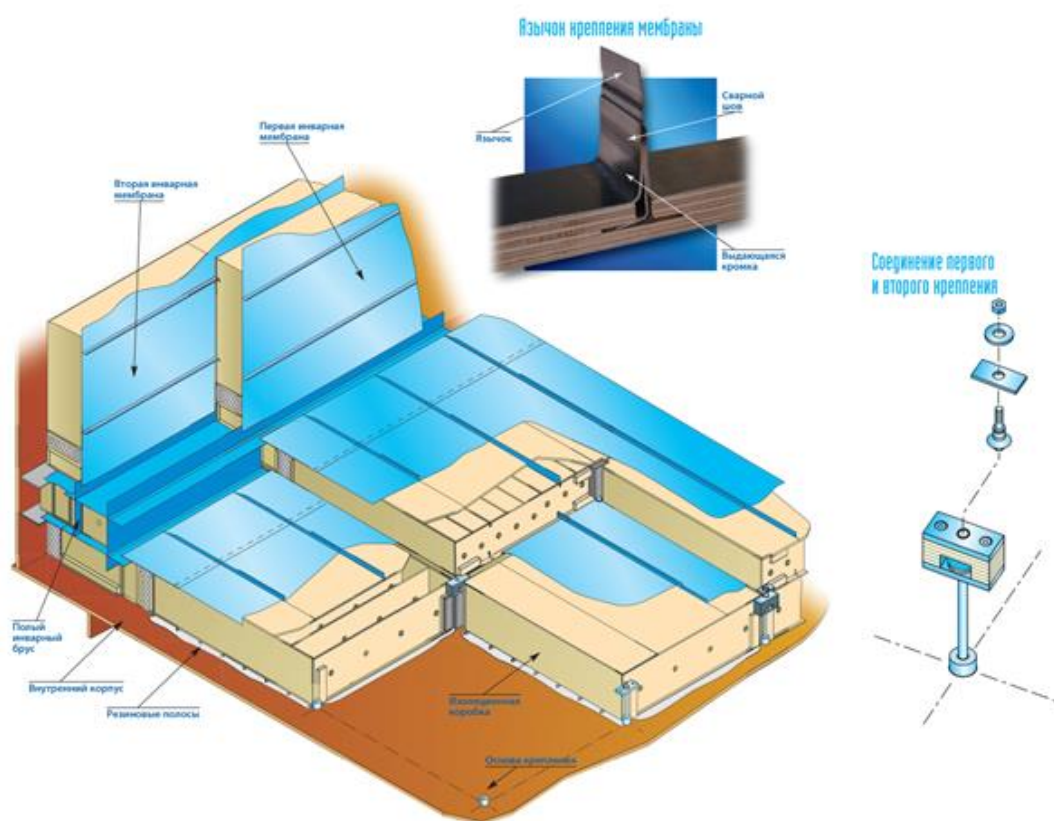


Рисунок 9 Строение резервуара типа GTT № 96

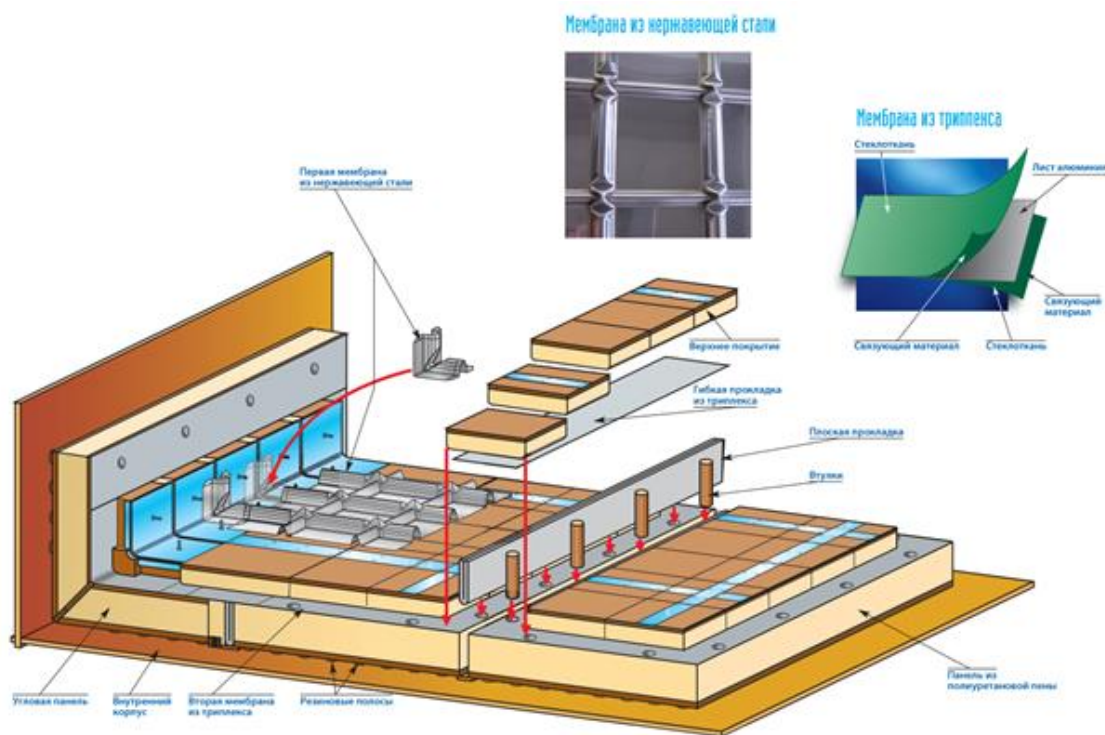


Рисунок 10 Строение резервуара типа GTT Mark III



Рисунок 11 Танкер СПГ грузопместимостью 140 200 м³. с
грузовыми танками системы GTT Mark III

Танкер СПГ класса Q-Max общей грузоподъемностью 266 000 м³ СПГ имеет пять танков мембранного типа (Рисунок 12).

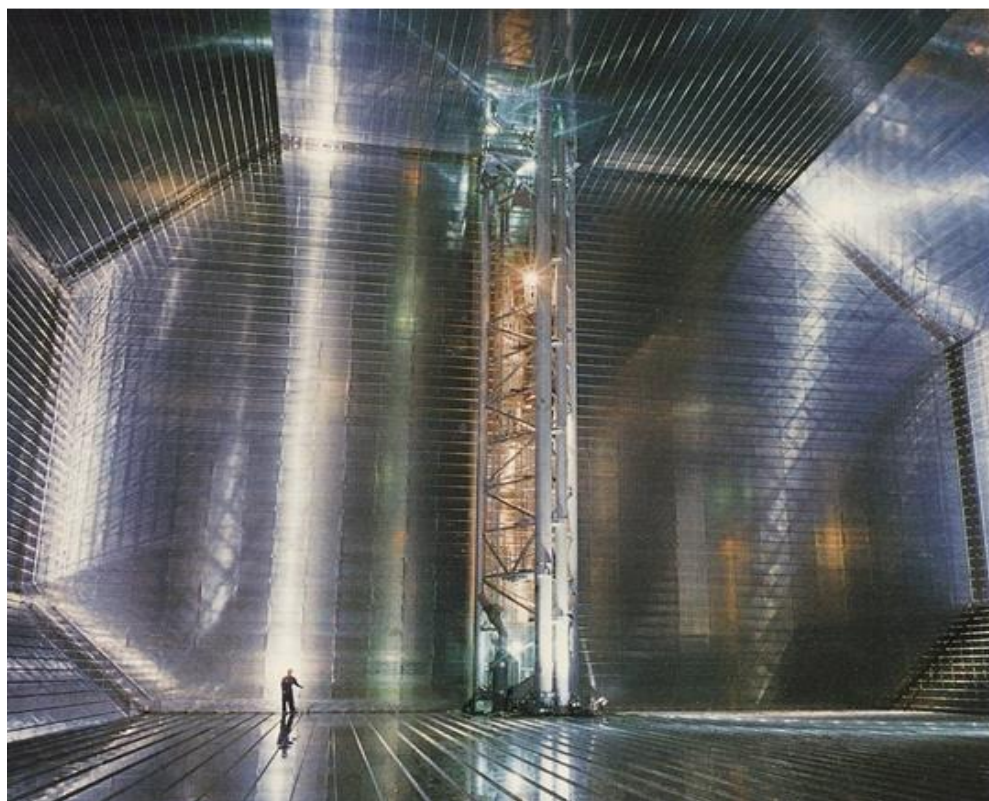


Рисунок 12 Грузовой танк танкера типа Q-Max СПГ «Mozah»

Призматические или полумембранные разработанные Ishikawajima-Harima Heavy Industries. Изготовлены в виде призм из алюминиевых сплавов (Рисунок 13).



Рисунок 13 Строение резервуара типа IH SPB

С 1995 г. наблюдается преимущественный рост строительства танкеров с мембранными грузовыми системами. Этот выбор связан с тем, что мембранные системы имеют более низкую стоимость изготовления и меньшую материалоемкость, и это приводит к удешевлению стоимости постройки судна в целом. Из 134 танкеров СПГ, заказанных к строительству, на 01.06.2006г. 116 судов имели мембранные грузовые системы (Рисунок 14).

1.1.5. Главные энергетические установки

В период до 2004 года более 85% танкеров СПГ использовали в качестве главной энергетической установки (ГЭУ) паросиловые турбинные установки, остальные - малооборотные дизели и три танкера (Франция) дизель-электрические ГЭУ.

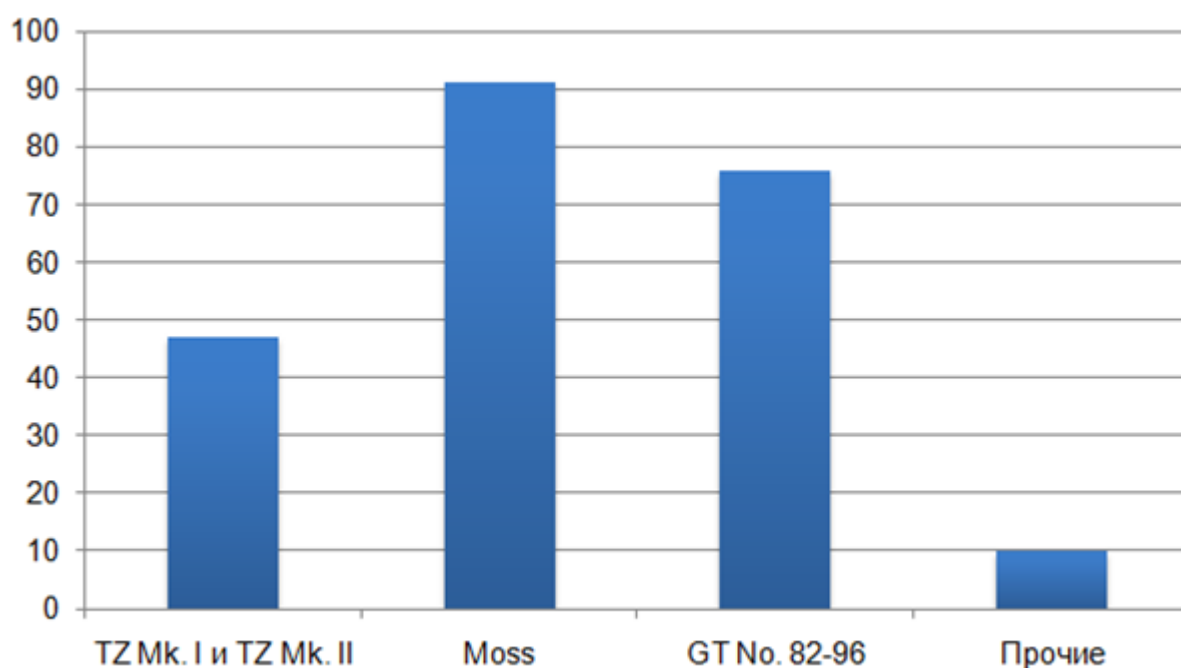


Рисунок 14 Распределение грузовых систем танкеров действующего флота по типам

Как перспективные ГЭУ в период после 2006 года рассматриваются усовершенствованные малооборотные дизели, дизель-электрические со среднеоборотными дизелями, все они учитывают возможность использования двойного топлива, а также газовые турбины. На всех крупнотоннажных

танкерах (грузовместимость более 205 тыс. м³ СПГ) установлены двухвальные ГЭУ на основе двух малооборотных дизелей.

Увеличение скорости даже в небольших пределах влечет за собой увеличение мощности ГЭУ, расходов топлива и длины судна. В этом направлении все больше получает преимущества использование ГЭУ на двойном топливе, где в качестве второго топлива выступает отпарный газ.

1.2. Развитие современного мирового флота танкеров СПГ

1.2.1. Количественный состав флота

По состоянию на 31 декабря 2012 года в мире насчитывалось 377 танкера СПГ. Из общего числа основную долю составляют крупнотоннажные танкеры грузовой емкостью свыше 30 000 м³. Число крупнотоннажных танкеров составляет 357 единиц [1].

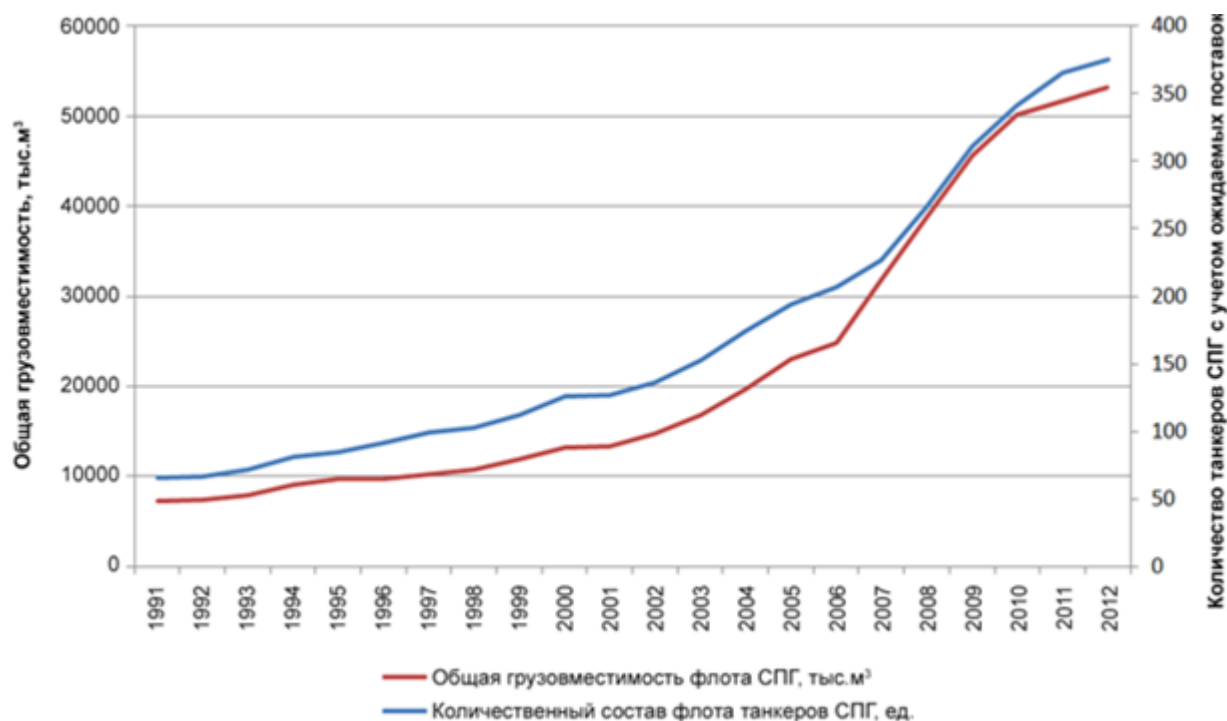


Рисунок 15 Действующий мировой флот СПГ и его общий грузовой тоннаж

Малотоннажные танкеры СПГ грузовместимостью 1000 – 30 000 м³, в число которых входят и так называемые мультигазовые танкеры способные перевозить различные виды сжиженных газов - этилена, сжиженного природного газа и сжиженного нефтяного газа (СПГ/СНГ/Этилен), составляют отдельный сегмент. На данный период флот малотоннажных танкеров СПГ, включая мультигазовые танкеры, составляет 20 танкеров. Таким образом, всего с учетом танкеров грузовместимостью менее 30 000 м³ СПГ количественный состав мирового флота включает 377 танкеров СПГ.

В 2013 году будет построено 24 новых газовоза, в следующем - 34. В 2015 году верфи спустят на воду 17 газовозов, в 2016 году - всего 6.

Таким образом, до 2016 года флот вырастет примерно на 17%. Однако затем это количество будет снижаться, а мощности по сжижению газа в мире будут расти. Оценивается, что к 2017 году недостаток в танкерах относительно мощностей сжижения составит около 14 единиц, в 2018 - 51, а к 2020 году нехватка танкеров СПГ может составить 160 судов.

1.2.2. Инновационные конструктивные особенности современного флота

Грузовместимость и грузовые стандарты танкеров СПГ в исторической перспективе подвергаются значительным изменениям. Например, с 2011 года преобладающими в портфеле заказов танкеров СПГ становятся танкеры грузового ряда 155 000-175 000 м³ СПГ (Рисунок 16).

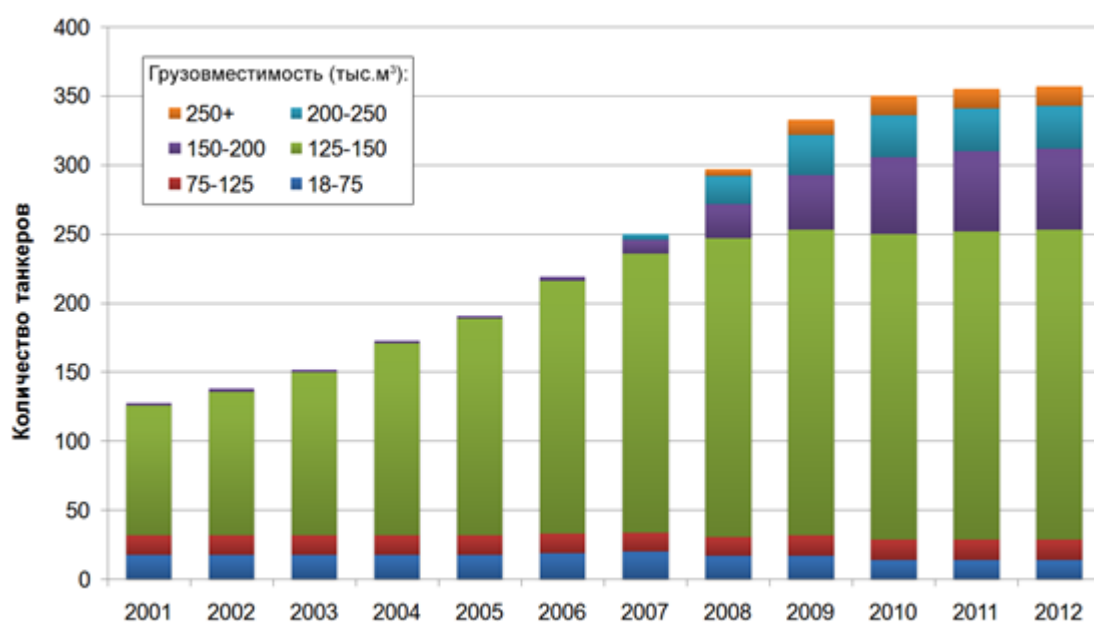


Рисунок 16 Грузовместимость и грузовые стандарты танкеров СПГ

Из 377 танкеров СПГ мирового флота около 90% находятся в долгосрочном фрахте (тайм-чартере), остальная часть работает по краткосрочным и спотовым сделкам.

Введенные в эксплуатацию в 2011 году танкеры СПГ в основном построены для работы по долгосрочным контрактам.

Большинство танкеров СПГ, заказанных в 2011 году, представлено танкерами грузового стандарта 155 000-175 000 тыс. м³. Из общего количества размещенных заказов на долю южнокорейских судостроителей пришлось 57 единиц, китайские судовой верфи - 4 танка, а японские – 3. Цена строительства большинства новых судов для перевозки СПГ, заказных на южнокорейских верфях, составляет 200 млн. долл. США, а плавучего хранилища с регазификационной установкой – около 250 млн. долл. США

Эксперты отмечают, что портфель заказов на суда СПГ в 2011 году характеризуется значительным присутствием независимых судовладельцев, из которых наибольшее количество заказов разместили греческие судовладельцы (29 единиц), судовладельцы Северной Европы и Скандинавии

заказали 23 судна, японские судовладельцы – 7, а американские – 5. Большинство танкеров СПГ, заказанных в 2011 году, предназначены для обслуживания австралийского экспорта, а также в рамках проектов СПГ в Анголе и Брунее.

В отличие от действующего флота, большинство новых заказов на танкеры СПГ не подкреплены долгосрочными контрактами на поставку газа. Вероятно, это связано с уверенным прогнозом устойчивого спроса на эти суда вплоть до конца 2015 года, в связи с чем будущие судовладельцы рассчитывают быстро получить прибыль на свои инвестиции. Например, два танкера «Stena Crystal Sky» и «Stena Clear Sky», построенные на корейских верфях для шведской компании Stena Bulk AB (изначально танкеры строились для тайваньской судоходной компании TMT и были куплены Stena на стадии строительства) так же не были построены под какие-либо конкретные проекты. После их спуска на воду они были отданы в краткосрочный тайм-чартер BP и British Gas (сроком на 7 месяцев), затем предполагалось сдать их в аренду на срок до 3-4 лет итальянской Eni [5].

Однако фактически танкер «Stena Blue Sky» грузоместимостью 145 тыс. м3 был зафрахтован оператором проекта «Сахалин-2» компания Sakhalin Energy и уже 06.09.2011 танкер с первым грузом вышел из порта Пригородное в Китай. В январе 2012 года компания Stena Bulk продлила фрахт этих двух танкеров: «Stena Clear Sky» и «Stena Crystal Sky», еще на четыре года по ставке 140 тыс.долл. США/сутки

Прорывом для технологии Moss явилась сдача в эксплуатацию в 2011 году танкера «Energy Horizon» (японская верфь Kawasaki Heavy Industries) для совместного предприятия Tokyo LNG Tanker Co., Ltd. (дочерняя компания Tokyo Gas Co., Ltd.) и NYK Line (10% и 90% соответственно). Танкер типа Pacific-max оснащен четырьмя сферическими грузовыми танками общей грузовместимостью 177 000 м³. Это первый в мире танкер СПГ с системой типа Moss подобной грузовместимости (Рисунок 17) [6].



Рисунок 17 Танкер «Energy Horizon»

Особенностью этого танкера является пропульсионная система «Kawasaki URA plant», паровая турбина которой работает на перегретом паре. Это модифицированная паровая турбина с системой повторного нагрева имеет более высокий термический КПД по сравнению с другими паровыми турбинами. В этой системе, пар, который образуется в первом котле, сначала работает на турбину высокого давления, затем возвращается и снова нагревается во втором котле, и, наконец, работает на промежуточную турбину

и турбину низкого давления. Подобный цикл позволяет генерировать пар с более высокой температурой и более высоким давлением. В результате, повышается термический КПД, а расход топлива уменьшается на 15% по сравнению с обычными паровыми турбинами

11.03.2013 года по заказу компании Nippon Yusen Kabushiki Kaisha (NYK) на верфи Mitsubishi Heavy Industries (MHI) началось строительство танкера СПГ, паровая турбина которого так же работает на перегретом паре (ультрапаротурбинная установка MHI Ultra Steam Turbine Plant). Танкер оснащен четырьмя сферическими резервуарами типа MOSS, судно способно взять на борт до 145400 м³. Поставку танкера планируется осуществить в 2014 году.

В январе 2012 года в эксплуатацию введен танкер «Cubal» принадлежащий совместному предприятию NYK LNG (Atlantic) (33%), Mitsui (34%), и Teekay (33%). Он является четвертым танкером серии (предыдущие три танкера «Soyo», «Malanje» и «Lobito»), построенным под проект Angola LNG. Танкер грузоместимостью 160 000 м³ зафрахтован для перевозки СПГ компанией Angola LNG Supply Services на долгосрочной основе - 20 лет [7].

В феврале 2012 года компания GasLog анонсировала подписание контракта с SHI на строительство двух танкеров грузоместимостью 170 000 м³ с трехтопливной энергетической установкой. Поставка судов намечена на первый и второй квартал 2016 года. После поставки танкеры будут отданы в десятилетний тайм-чартер компании BG Group plc. Стоимость двух танкеров составила 410 - 420 млн. долл. США. Как ожидается EBITDA, равный объёму прибыли до вычета расходов по уплате налогов, процентов и начисленной амортизации, составит 47 - 48 млн. долл. США в год. Помимо этого GasLog принадлежит опцион еще на четыре судна схожей модификации и стоимости, опцион действителен до июля 2013 года [8].

В октябре 2012 года японская верфь Hudong-Zhonghua передала заказчику China LNG Shipping (Holdings) Co (совместное предприятие China

Merchants Group и Cosco Dalian) последний танкер серии из 6 судов. Танкер «Shen Hai» грузовместимостью 147 100 м³ оснащён мембранной грузовой системой (Рисунок 18) [9].



Рисунок 18 Танкер «Shen Hai» в сухом доке

В апреле 2012 года компания K Line объявила о том, что она заключила договор с Kawasaki Heavy Industries на строительство танкера грузовместимостью 164 700 м³. танкер оснащён грузовой системой типа Moss и будет находиться в долгосрочном фрахте у Chubu Electric Power. Срок аренды 20 лет. Поставка намечена на 2015 год. Главная энергетическая установка судна будет включать паровую турбину перегретого пара системы Kawasaki Advanced Reheat Turbine Plant. Так же будет применена система изоляции грузовых танков Kawasaki Panel System, считается, что она позволит сократить объём отпарного газа до 0,10-0,08 % в сутки.

Так же в апреле 2012 года компания Nigeria LNG анонсировала заказ четырех судов на верфи SHI общей стоимостью около 895 млн. долл. США и

еще двух судов на верфи ННІ. Общая стоимость контракта за 6 танкеров оценивается в 1,3 млрд. долл. США [10].

15 апреля 2013 года корпорация Marubeni Corporation и SK Shipping объявили о создании совместных судовладельческих компаний (Milestone LNG Transport S.A. и Great Shale LNG Transport S.A.) зарегистрированных в Панаме. В тоже время, был заключен договор долгосрочного тайм-чартера (30 лет) с британским отделением Total (Total Gas & Power Chartering Limited) и судостроительный контракт с Samsung Heavy Industries Co., Ltd. на постройку двух танкеров грузопместимостью 180 000 м³. Ориентировочная стоимость двух танкеров 462.3 млрд. KRW (410 млн. долл. США). Планируемый срок сдачи январь и октябрь 2017 года. Суда будут обслуживать различные проекты. Один из танкеров предназначен для транспортировки продукции с австралийского проекта Ichthys LNG, другой с американского Sabine Pass Liquefaction Project [11], [12].

18 апреля 2013 года китайская Ningbo Xinle Shipbuilding Group объявила о проведении церемонии резки стали для первого танкера СПГ с двухтопливной энергетической установкой который будет построен в Китае. Судно является совместной разработкой Ningbo Xinle и Shanghai Odely Marine Engineering Company. Судно грузопместимостью 30 000 м³ будет использоваться для плавания в прибрежных водах, как челнок развозящий СПГ с крупных терминалов до конечных потребителей. Танкер зафрахтован PetroChina. Характеристики танкера приведены в таблице (Таблица 1), [13]. Стоимость судна 105 млн. долл. США.

Таблица 1 Характеристики первого китайского СПГ танкера с двухтопливным двигателем

Показатель	Значение
<i>Длина, м</i>	<i>181</i>
<i>Ширина, м</i>	<i>36</i>
<i>Высота, м</i>	<i>19</i>
<i>Осадка, м</i>	<i>7,8</i>

В мае компания Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. заключила договор с Mitsui O.S.K. Lines, Ltd. на строительства одного танкера СПГ класса "Sayaendo". Начиная с 2020 года судно будет использоваться для транспортировки газа с австралийского проекта Ichthys LNG в интересах компаний Osaka Gas Co., Ltd. и Kyushu Electric Power Co., Inc. Новый танкер будет 288 м в длину, 48,94 м в ширину, и иметь осадку в 11,5 метров. Дедвейт судна 75 000 тонн, грузовместимость 153 000 м³. Судно будет построено на верфи MHI Nagasaki Shipyard and Machinery Works. Включая этот заказ, всего заказано шесть танкеров класса "Sayaendo" [14].

21 мая 2013 года китайская Jiangnan Shipyard (Group) получила заказ от CNOOC Energy & Technology Services (CETS) на строительство танкера СПГ грузовместимостью 30 000 м³. Судно будет сдано в эксплуатацию в начале 2015 года и будет построено под надзором и на класс China Classification Society (CCS). Это судно будет оснащено крупнейшими в мире резервуарами ИМО Тип-С, и впервые будет построено в Китае (имеется ввиду с такой грузовой системой такого размера). Проект судна разрабатывала компания TGE Marine Gas Engineering в рамках контракта заключенного с Jiangnan Shipyard Group, так же этой компанией разработана грузовая система судна (Рисунок 19) [15].

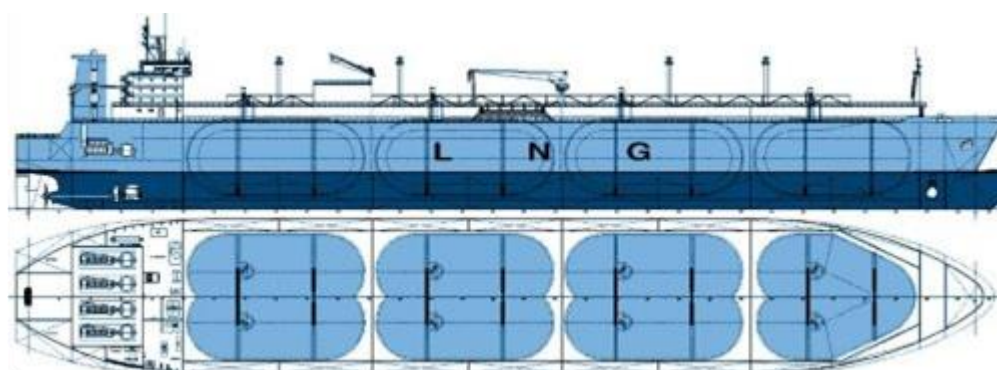


Рисунок 19 Проект судна разработанного TGE Marine для Jiangnan Shipyard (Group)

4 июня 2013 года компания Kawasaki Kisen Kaisha, Ltd. ("K" Line) сообщила о заключении контрактов на строительство двух танкеров СПГ с

верфями Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. (MHI) и Kawasaki Heavy Industries, Ltd. (KHI). Суда будут построены для проекта Ichthys LNG и предназначены для поставок продукции австралийского проекта в Японию и Тайвань.

Для первого судна которое будет осуществлять поставки в Японию (преимущественно на терминал Naoetsu в пров. Ниигата) "K" Line создала совместное предприятие с Inpex под названием Ocean Breeze LNG Transport S.A. (OBLT) ("K" Line -70% INPEX -30%). В свою очередь, OBLT заключила договор долгосрочного тайм чартера с дочерней компанией INPEX (INPEX Shipping Co., Ltd.), а так же судостроительный контракт с MHI. Танкер будет перевозить порядка 900000 тонн СПГ в год. Судно относится к новому классу "Sayaendo".

Для второго танкера "K" Line заключила договор долгосрочного тайм чартера с IT Marine Transport Pte. Ltd. совместным предприятием INPEX Shipping Co., Ltd. и дочерней организацией TOTAL, а так же судостроительный контракт с KHI. Судно будет перевозить СПГ с австралийского проекта в Тайвань для CPC Corporation. Это будет крупнейший танкер СПГ оснащенный системой хранения типа MOSS, а так же первый танкер с такой системой оснащенный двухтопливной энергетической установкой. Увеличение грузовместимости достигнуто за счет уменьшения площади машинного отделения и использования сферических танков удлиненной (овальной) формы [16].

Основные характеристики танкеров приведены в таблице 2 [17], [18].

Таблица 2 Характеристика танкеров для проекта Ichthys LNG

	Naoetsu, Япония	Тайвань
<i>Судостроитель</i>	<i>Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.</i>	<i>Kawasaki Heavy Industries, Ltd.</i>
	<i>Верфь Nagasaki</i>	<i>Верфь Sakaide</i>
<i>Срок поставки</i>	<i>Конец 2016 года</i>	

<i>Длина</i>	<i>около 288 м</i>	<i>около 300 м</i>
<i>Ширина</i>	<i>около 49 м</i>	<i>около 52 м</i>
<i>Тип грузовой системы</i>	<i>Moss</i>	
<i>Грузовместимость</i>	<i>155 300 м³</i>	<i>182 000 м³</i>
<i>Тип ГЭУ</i>	<i>Паровая турбина с промежуточным перегревом пара (Ultra Steam Turbine Plant)</i>	<i>Двухтопливная дизель-электрическая</i>
<i>Скорость</i>	<i>19,5 узл</i>	<i>19,5 узл.</i>
<i>Boil Off Rate</i>	<i>0.08% в день</i>	<i>0.08% в день</i>

В июне 2013 года в рамках Петербургского Международного экономического форума ОАО «Совкомфлот» и ОАО «Объединённая Судостроительная Корпорация» подписали соглашение о резервировании слотов для размещения заказов на суда-газовозы в развитие серии «Великий Новгород». Одновременно с подписанием соглашения о резервировании слотов ОАО «Совкомфлот» и Gazprom Marketing and Trading заключили Меморандум о взаимопонимании, который предусматривает заказ на строительство с последующим отфрахтованием GM&T до 13 судов-газовозов усовершенствованной серии “Gaz Ice”.

Серия из двух современных танкеров-газовозов «Великий Новгород» и «Псков» была заказана Совкомфлотом в 2011 году для работы по контракту с группой «Газпром». Суда типоразмера «Atlanticmax» грузовместимостью 170 000 м³ с дизель-электрической энергетической установкой и ледовым классом Ice2 обладают улучшенными техническими характеристиками и способны осуществлять транспортировку сжиженного природного газа со всех существующих терминалов СПГ.

Серия судов, которая будет строиться на мощностях ОАО «ОСК» и одной из верфей-партнёров, обладает рядом конкурентных преимуществ. При

аналогичной грузовместимости 170000 м³ вместо дизель-электрической энергетической установки, на газовозах будет установлен низкооборотный двухтопливный дизельный двигатель типа ME-GI с прямым приводом.

Его мощностные параметры позволяют работать в любых климатических и ледовых условиях, при этом улучшенные характеристики энергетической установки судна и оптимизированная форма корпуса позволяют осуществлять эксплуатацию на чистой воде, расходуя столько же бункера как и на судах без ледового класса.

В отличие от первой серии судов, новые газовозы серии “Gaz Ice” будут иметь более высокую категорию ледовых усилений - «Arc 4» (по классификации Российского Морского Регистра Судоходства), что позволит им осуществлять транспортировку СПГ по трассам Северного морского пути в летний период.

Кроме того, что новые суда будут более экономичными по сравнению с аналогичными газовозами, на них предусматривается установка систем хранения груза, позволяющая сократить потери испаряющегося газа до величины не более, чем 0,1% в сутки.

Подписанное соглашение предусматривает поэтапную локализацию производства на мощностях ОАО «ОСК» и начало производства судов-газовозов СПГ на российских судостроительных предприятиях к 2018 году. Ожидается, что первый газовоз российского производства может быть построен уже к 2020 году. Новые суда будут осуществлять доставку топлива с существующих и перспективных российских терминалов СПГ на Дальнем Востоке и в Арктическом регионе.

В разработке дизайна судов принимали участие специалисты, “Gazprom Marketing and Trading”(GM&T), ОАО «Совкомфлот», Российского Морского Регистра, ОАО «ОСК»

В рамках этой же церемонии ОАО «Дальневосточный центр судостроения и судоремонта» от имени ОСК подписало Соглашения о передаче технологий с несколькими ведущими южнокорейскими верфями —

мировыми лидерами судостроения, а также Меморандум о взаимопонимании с компанией GTT, крупнейшим производителем грузовых систем для танкеров-газовозов СПГ [19].

30 июня компания Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering объявила о заключении контракта с Angelicoussis Group на строительство двух танкеров грузоместимостью 173 400 м³ каждый. Стоимость контракта составила несколько более 400 млн. долл. США, танкеры намечены к сдаче в 2016 году. Оператором танкеров будет компания Maran Gas Maritime Inc. [20].

В июле компания Teekay LNG Partners L.P. объявила о том, что она воспользовалась двумя из трех опционов и разместила заказ на строительство пары танкеров грузоместимостью 173 400 м³ каждый на верфях Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd. Поставка танкеров намечена на 2016 год. Танкеры будут оснащены системой двигателей MEGI. Два танкохожих танкера которые были заказаны Teekay LNG Partners L.P. в конце 2012 года, и находятся в стадии строительства, будут переданы в тайм-чартер сроком на 5 лет компании Cheniere Marketing, LLC. Договор фрахта на эти танкера уже заключен [21].

В августе (15 числа) компания GasLog Ltd., анонсировала заключение контракта на строительство двух танкеров грузоместимостью 174000 м³ с трехтопливной энергетической установкой с Samsung Heavy Industries Co., Ltd. Суда планируются к поставке в 3 и 4 кварталах 2016 года, после чего сразу будут переданы в среднесрочный тайм - чартер (сроком на 7 лет) дочерней компании BG Group plc. В связи с тем, что компания заказывала серию однотипных судов на этой верфи стоимость вновь заказанных танкеров будет ниже чем стоимость танкеров заказанных зимой 2013 года. Кроме этого у GasLog Ltd есть опцион на строительство еще 6 судов, 4 слота зарезервированны с фиксированной ценой. Стоимость контракта составляет 441,6 млрд. кор. вонн (около 400 млн. долл. США) [22].

В начале сентября 2013 года компания Maran Gas объявила о заключении контракта с ННІ на строительство двух танкеров и опцион еще двух таких же

танкеров грузовместимостью 174000 м³. Поставка заказанных судов намечена на вторую половину 2016 года, а судов в опционе, если он будет подтвержден, на 2017 год [23].

В сентябре 2013 года Flex LNG сообщила, что она завершила судебные разбирательства с Samsung Heavy Industries, в результате которых были урегулированы все иски и претензии сторон возникшие из-за предыдущих контрактов (SHI отменило строительство четырех плавучих заводов СПГ из-за проблем с финансированием). Как неотъемлемая часть мирового соглашения был заключен контракт на строительство двух танкеров грузовместимостью 174 000 м³ по ценам отражающим текущие рыночные условия. Суда будут оборудованы трехтопливными дизель-электрическими установками и планируются к сдаче в первом квартале 2017 года. По условиям мирового соглашения стороны договорились перераспределить 210 млн. долларов США от платежей, уже поступивших к SHI от Flex LNG ранее, на использование в качестве первого взноса за два судна. Остальная часть будет переведена судостроителю после сдачи судов [24].

10.10.2013 компания Petronas объявила о размещении заказа на 4 танкера на верфи HHI с опционом еще на четыре судна. Грузовместимость заказанных танкеров 150 200 м³, оснащены грузовой системой типа MOSS, стоимость около 212,5 млн. долл. США каждый. Первое судно планируется к сдаче в 2016 году, остальные три в 2017. Стоит отметить, что HHI единственная корейская верфь способная строить танкеры с грузовой системой типа MOSS. Начиная с 1994 года на этой верфи было построено 15 судов, а данный заказ является первым начиная с 2001 [25], [26].

03.01.2013 года Neptun Werft (входит в состав Meyer Neptun Group) завершила работы над СПГ газовозом "Coral Energy". Новое судно было заказано голландской компанией Anthony Veder (Роттердам). На сегодняшний день, это первое судно СПГ с редукторным приводом главного двигателя, работающего на сжиженном природном газе и обычном топливе, на гребной винт. До этого основным способом передачи мощности от двухтопливного

двигателя гребному винту был использован установки с электрической передачей. Одновальная главная механическая установка судна с двухтопливным двигателем Wärtsilä 50DF через редуктор приводит во вращение гребной винт регулируемого шага. Два вспомогательных двухтопливных двигателя Wärtsilä 20DF обеспечивают судно электроэнергией. Благодаря тому, что танкер может эксплуатироваться на природном газе, выбросы в атмосферу снижены до минимальных показателей.

В январе в Южной Корее на верфи STX Offshore&Shipbuilding Co. Ltd спущен на воду газовоз «Великий Новгород», заказанный ОАО «Совкомфлот» для работы по долгосрочному соглашению с Gazprom Global LNG.

«Великий Новгород» - первый из двух судов, заказанных Совкомфлотом у верфи STX Offshore&Shipbuilding Co. Ltd. Завершение его строительства запланировано на декабрь 2013 года. В конце июня 2012 года состоялась резка стали для строительства второго газовоза «Псков» этой же серии. Приёмка второго судна состоится в 2014 году. Главная двухтопливная дизель-электрическая механическая установка судов состоит из четырех двигателей MAN, обеспечивающих максимальную скорость 19,5 уз. Для обеспечения гибкости и эксплуатации двигателей при их максимальной эффективности применяется "микс" из двух двигателей 8L51/60DF мощностью по 8MW на 514 оборотах в минуту и двух двигателей 9L51/60DF мощностью по 9 МВт на 514 оборотах в минуту.

Дизайн газовозов типоразмера «Atlanticmax» с ледовым классом Ice2 (1C) грузоместимостью около 170 000 м³ с комплексом оборудования для работы в условиях низких температур позволит судам осуществлять круглогодичные транспортировки газа практически со всех существующих терминалов СПГ, в том числе, с первого российского проекта СПГ – «Сахалин-2» (Рисунок 20) [27].

В январе компания GasLog Ltd. объявила о том, что судно "GasLog Shanghai" было сдано в эксплуатацию верфью Samsung Heavy Industries. Судно было построено с опережением срока. Сразу после сдачи судно поступило в

среднесрочный тайм-чартер для компании Methane Services Ltd. (BG Group). Грузовместимость танкера 155000 м³ он строился под контролем ABS и ему присвоен класс ENVIRO+, что говорит о том, что он оснащен новейшими системами защиты от неблагоприятного воздействия на окружающую среду. Судно оснащено трехтопливным двигателем. Оператором судна является GasLog LNG Services Ltd (Рисунок 21) [28].



Рисунок 20 Спуск на воду танкера "Великий Новгород"



Рисунок 21 Танкер " GasLog Shanghai "

В марте компания GasLog Ltd. объявила о том, что судно " GasLog Santiago" было сдано в эксплуатацию верфью Samsung Heavy Industries. Аналогично "GasLog Shanghai" оно было построено с опережением срока. Сразу после сдачи судно поступило в среднесрочный тайм-чартер для компании Methane Services Ltd. (BG Group). Грузовместимость танкера 155000 м3. Судно оснащено трехтопливным двигателем. Оператором судна является GasLog LNG Services Ltd (Рисунок 22) [29].



Рисунок 22 Танкер "GasLog Santiago"

В конце мая компания GasLog Ltd. объявила о том, что судно " GasLog Sydney" было сдано в эксплуатацию верфью Samsung Heavy Industries. Аналогично "GasLog Santiago" оно было построено с опережением срока. Сразу после сдачи судно поступило в среднесрочный тайм-чартер для компании Methane Services Ltd. (BG Group). Грузовместимость танкера 155000

м3. Судно оснащено трехтопливным двигателем. Оператором судна является GasLog LNG Services Ltd (Рисунок 23) [30].

В июле GasLog Ltd. объявила о том, что судно " GasLog Skagen" было сдано в эксплуатацию верфью Samsung Heavy Industries. Сразу после сдачи судно поступило в среднесрочный тайм-чартер для компании Methane Services Ltd. (BG Group). Грузовместимость танкера 155 000 м3. Судно оснащено трехтопливным двигателем. Оператором судна является GasLog LNG Services Ltd. В этом году компания планирует получить еще один СПГ танкер, в то время как два будут построены в 2014 , один в 2015 и еще два в 2016 году (Рисунок 24) [31].



Рисунок 23 Танкер "GasLog Sydney"



Рисунок 24 Танкер " GasLog Skagen"

В конце мая компания Maran Gas объявила о том, что судно " Woodside Rogers" было сдано в эксплуатацию верфью Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering. Это первое судно из семи которое будет введено в строй в период с 2013-2015 года (Рисунок 25).



Рисунок 25 Танкер «Woodside Rogers»

25 июля 2013 года компания Hyundai Heavy Industries (HHI) на своей верфи в Улсане сдала в эксплуатацию новый танкер-газовоз СПГ, который после церемонии именнаяречения получил название «Река Енисей» («YENISEI RIVER»).

Танкер «Река Енисей» был зафрахтован Gazprom Marketing & Trading (GM&T) у греческого оператора газовозов СПГ Dynagas и в течение нескольких лет (4 года) будет использоваться GM&T для обеспечения своего растущего глобального торгового портфеля СПГ. Танкер стал вторым судном, зафрахтованным GM&T у Dynagas после танкера «Река Обь» («Ob River»), который в 2012 году стал первым в мире газовозом СПГ, прошедшим по Северному морскому пути.

«Река Енисей» - это высокотехнологичное судно для перевозки СПГ с грузовыми танками мембранного типа (Mark III) грузоместимостью 155 000 м³. Ледовый класс танкера 1А и оборудование для использования в зимних условиях позволяет газовозу работать в ледовых условиях, в том числе по Северному морскому пути во время открытой навигации. Судно будет управляться международным экипажем, в том числе, выпускниками Государственного университета морского и речного флота им. адмирала Макарова (Санкт-Петербург) Танкер по традиции назван в честь одной из великих сибирских рек, впадающих в Северный Ледовитый океан.

Танкер «Река Енисей» («YENISEI RIVER») IMO: 9629586, флаг Маршалловы острова, был введен в эксплуатацию 25 июля 2013 года, строительный номер 2556. Судостроитель: компания Hyundai Heavy Industries (HHI), верфь в Улсане, Южная Корея. Владелец и оператор: компания Dynagas, город Афины, Греция. Зафрахтован Gazprom Marketing & Trading (GM&T), которое является 100% дочерним предприятием Группы «Газпром», зарегистрированное в Великобритании.

Основные характеристики: Водоизмещение 102000 тонн, дедвейт 73920 тонн. Длина 288 метров, ширина 44 метра, осадка 9,5 метра (Рисунок 26) [32].

14 сентября компания DSME сдала в эксплуатацию танкер "WilForce" для компании Awilco LNG. Танкер грузовместимостью 155 900 м³ был построен с соблюдением бюджета но с опозданием на 19 суток от даты указанной в контракте. Судно будет передано компании Teekay LNG Partners L.P. (Рисунок 27) [33].

Помимо этого Awilco сообщила о сдаче в 9 месячный тайм-чартер (с опционом продления на 3 месяца) танкера WilEnergy (грузовместимостью 125 000 м³), построенного в 1983 году.

В сентябре 2013 года компания Kawasaki Heavy Industries, Ltd. объявила о сдаче в эксплуатацию танкера «Grace Dahlia» (Kawasaki корпус № 1665). Судно принадлежит Nippon Yusen Kabushiki Kaisha (NYK Line). Это второй танкер СПГ грузовместимостью 177 000 м³ с грузовой системой типа Moss находящийся в эксплуатации и построенный на верфи КНІ. Танкер может осуществлять плавание при температурах до -25 С⁰, он оснащен различными системами способствующими этому, в том числе системой воздушной смазки балластных танков (air bubbling system) которая предотвращает их замерзание,

ледовым усилением корпуса в соответствии с рекомендациями ClassNK
(Рисунок 28) [34].



Рисунок 26 Танкер "Yenisei River"



Рисунок 27 Танкер "WilForce"



Рисунок 28 Танкер «Grace Dahlia»

04.10.2013 года сдан в эксплуатацию новый танкер СПГ (верфь Hyundai Heavy Industries, строительный номер 2557), который получил название «Река Лена» («Lena River»). Владелец и оператор: компания Dynagas, Афины, Греция. Танкер «Lena River» стало третьим судном зафрахтованным Gazprom Marketing & Trading (GM&T) у греческого оператора, после танкеров «Ob River» и «Yenisei River» (Рисунок 29), [35].



Рисунок 29 Танкер "Lena River"

Танкер-газовоз «Lena River» грузовместимостью 155 000 м³ оборудованно трехтопливной дизель-электрической силовой установкой. Ледовый класс танкера 1А и оборудование для использования в зимних условиях, позволяет судну работать в ледовых условиях, в том числе, ходить по Северному морскому пути во время открытой навигации, флаг Маршалловы острова. Как «Ob River» и «Yenisei River», судно будет эксплуатироваться международным экипажем, в состав которого также войдут выпускники Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова.

1.2.3. Мультигазовые танкеры

Концепция мультигазовых танкеров для перевозки СПГ/СНГ/ННЗ разработана компанией I.M. Skaugen Group (Норвегия), строятся они компанией Shenghui Gas & Chemical Systems в Джянджаганг, провинции Цзянсу, Китай. Это совместное предприятие китайской компании Shenghui Chemical machinery Zhangjiagang Co., Ltd и норвежской I.M. Skaugen, которое было образовано в 2006 году и специализируется на создании криогенного оборудования, нестандартных напорных танкеров и так далее. Танкеры строятся в соответствии с правилами и под наблюдением Германского Ллойда (Germanischer Lloyd), имеют ледовый класс E.

Корпуса танкеров строятся на верфи Taizhou Wuzhou Shipbuilding Industry Co. Ltd. в провинции Чжэцзян. Грузовая система построена и смонтирована компанией Shenghui Gas & Chemical Systems Co. Ltd. и способна перевозить два полностью разделенных газа одновременно в охлажденном или неохлажденном состоянии (Рисунок 30) [36].



Рисунок 30 Мультигазовый танкер " Norgas Innovation"

В январе крупный датский транспортировщик сжиженного нефтяного газа (LPG) Evergas AS (дочерняя компания Jaccar Holdings) заключил договор на долгосрочную отфрахтовку (сроком на 15 лет) четырех мультигазовых танкеров в пользу крупной химической компании INEOS. В это же время Evergas AS разместил дополнительный заказ на постройку четырех газовозов на верфях китайской судостроительной компании Qidong Dajiang Shipbuilding (входит в Sinopacific Offshore & Engineering).

Мультигазовые танкеры серии DRAGON, грузовместимостью 27 500 м³, способные перевозить СПГ/СНГ/этилен, планируются к сдаче в 2015 году. Танкеры будут оснащены двухтопливными ГЭУ компании Wartsila [37].

В марте Китайская компания BESTWAY анонсировала, что ее дочерняя компания Shanghai Bestway Marine Engineering Design заключила EPC контракт с Dalian Inteh на строительство танкера грузовместимостью 28 000 м3. Стоимость контракта около 90 млн. долларов США. Судно будет сдано в эксплуатацию в марте 2015 года, а строиться оно будет на верфи COSCO Dalian Shipyard .

Только в последние годы со стапелей немецкой верфиMeyer Werft Shipyard сошли 55 танкеров-газовозов (Рисунок 31).



Рисунок 31 Танкер «Corla Energy»

Основные характеристики танкера приведены в таблице (Таблица 3) [38].

Таблица 3 Основные характеристики танкера "Coral Energy"

Показатель	Значение
Длина	155,00 м
Длина между перпендикулярами	146,67 м

Ширина	22,70 м
Высота борта от ватерлинии	14,95 м
Осадка в грузу	8,20 м
Грузовместимость	~ 15,600 м ³
Скорость	15,8 узл.
Экипаж	25
Мощность и тип ГЭУ	Wärtsilä - 7,800 кВт
Классификационное общество	Bureau Veritas
Класс судна	Hull, Mach, Liquefied Gas Carrier, Type 2G, Unrestricted navigation, ICE Class I A, AUT-UMS, AVM-APS, CLEANSHIP 7+, MON-SHAFT, INWATERSURVEY, GREENPASSPORT, SYS-NEQ 1

1.2.4. Грузовые системы

Большинство танкеров последних лет постройки оснащены грузовыми системами мембранного типа. Из 377 действующих танкеров, эта система реализованна на 251 танкере, сферические системы типа Moss установлены на 109 танкерах (Рисунок 32).

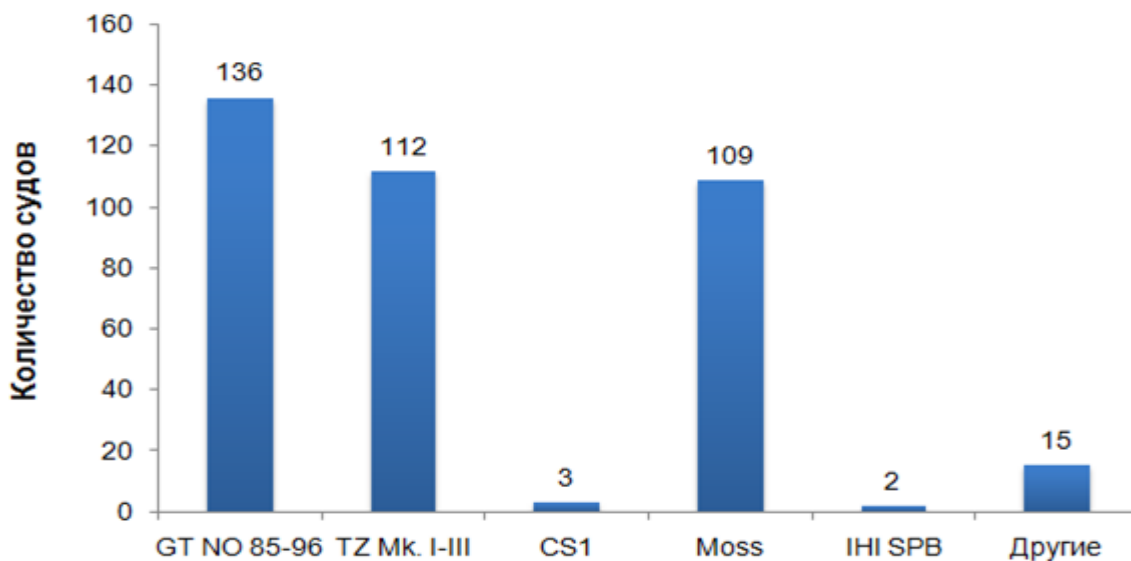


Рисунок 32 Распределение действующего флота танкеров СПГ по типам грузовых систем

Преобладающим типом мембранных систем являются NO96 - система с двумя идентичными мембранами из инвара (сталь с 36% содержанием никеля) толщиной 0,7 мм. и двумя слоями изоляции из фанерных ящиков заполненных перлитом. Mark III - система с двумя мембранами и изоляцией. Первичная мембрана изготавливается из гофрированной нержавеющей стали марки 304L толщиной 1,2 мм, вторичная из тонкого алюминиевого листа запаянного в смоле между двумя листами стеклопластика. Изоляция изготавливается из пенополиуретана.

В новой мембранной грузовой системе CS1 (combined system 1), которая только начинает внедряться, инварные панели из системы NO96, выполняющие роль первичной мембраны, сочетаются с трехслойными мембранами Mark III (листовой алюминий, помещенный между двумя слоями стеклопластика) в качестве вторичной изоляции.

На ряду с использованием хорошо известных и зарекомендовавших себя грузовых систем, не прекращаются исследования направленные на создание новых.

Aker Yards и Aker Kvaerner Engineering & Technology в тесном сотрудничестве с DNV разработали проект независимого грузового танка IMO type A. Проект призматического, самонесущего, двухбарьерного, алюминиевого танка (ADBT - aluminium double-barrier tank) получил принципиальное одобрение основных классификационных обществ (DNV, LR). Изначально, эта грузовая система разрабатывалась в качестве альтернативы уже существующим для применения в арктических условиях. Она отличается гибкостью, может быть использована как на малотоннажных танкерах (10000-12000 м³) так и на танкерах класса Q-max. Разработчики надеются в ближайшее время получить полное одобрение классификационных обществ и приступить к строительству первого образца (Рисунок 33).



Рисунок 33 Строительство опытного образца системы хранения ADBT

Одно из преимуществ строительства судов-газовозов с танками типа ADBT является возможность раздельного строительства судна и грузовых танков за пределами строительного дока с последующей интеграцией с корпусом судна.

Компания General Dynamics NASSCO представила на международном форуме Gastech 2012 свой проект грузовой системы для танкеров СПГ. Новая технология изготовления этой системы, по словам разработчиков, позволит выиграть до 30% стоимости, в сравнении с существующими альтернативами. Система может быть использована в любом приложении, на плавучих заводах СПГ и терминалах регазификации, в качестве грузовой системы танкеров, в качестве топливного танка СПГ, а так же как наземное хранилище. Данная система так же может строиться и проходить испытания вне строительного дока судна. Система состоит из алюминиевого грузового танка который

соединен со стальным каркасом по запатентованной системе "Universal Support system", которая позволяет сжиматься и расширяться танку и в тоже время передает все нагрузки от плескания груза на корпус судна. Система получила принципиальное одобрение LR и ABS [39].

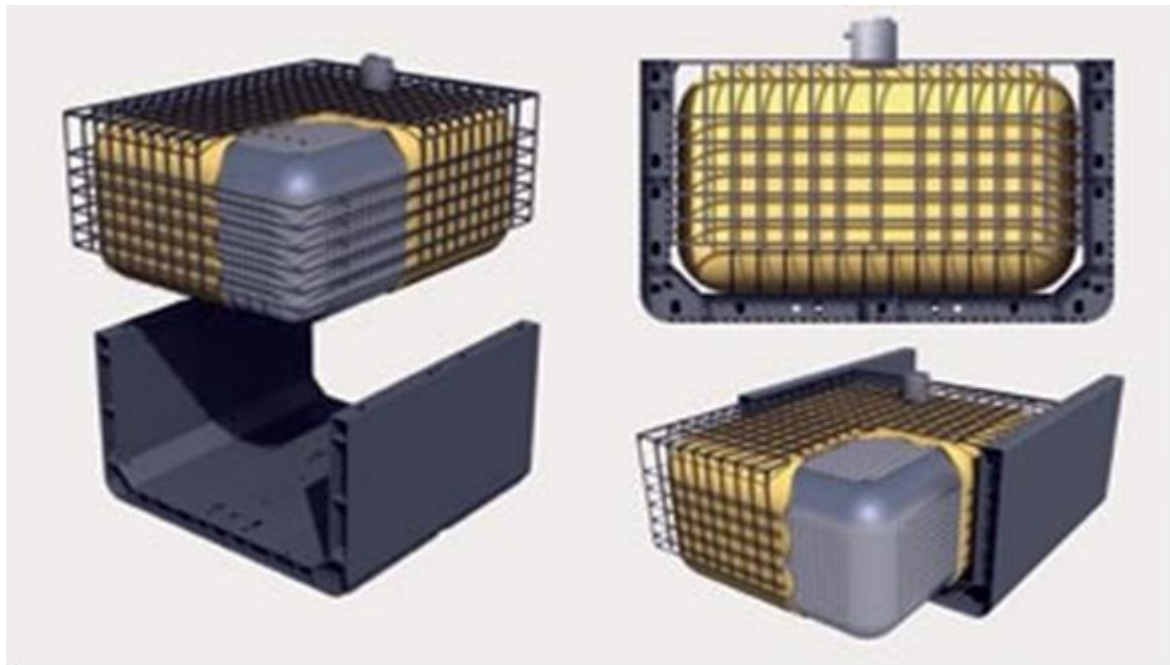


Рисунок 34 Концептуальный дизайн системы хранения СПГ General Dynamics NASSCO

Корейская судостроительная компания HHI, завершили разработку собственной грузовой системы для танкеров СПГ. Система получила принципиальное одобрение корейского классификационного общества ClassNK. Этот проект является результатом исследований которые проводились с 2008 года. В системе называемой "Lobe-Bundle Tank" используются кольцеобразные пластины вместо обычных плоских, что существенно снижает вес и стоимость постройки, а так же в ней применяется изоляционное напыление, в отличие от стандартных филёчатых изоляций, что снижает время постройки. Планируется получить полное одобрение и построить первый образец в 2013 году.

Так же корейская компания KOGAS планирует внедрить собственную мембранную систему KC-1 (Korean Cargo Containment System-1), разработку которой она вела с 2004 года. Не так давно KOGAS заключила договор с

австралийским Gladstone LNG на поставку 3,5 млн. тонн СПГ в год, начиная с 2015 года на протяжении 20 лет. Для доставки этих объёмов планируется заказывать танкеры на которых будет установлена система КС-1 (Рисунок 35) [40].



Рисунок 35 Опытный образец грузового танка КС-1 установленный для проведения тестов на терминале Incheon LNG

Стремление создать собственную грузовую систему со стороны корейских компаний объясняется тем, что корейские верфи, являясь крупнейшими и основными строителями в сегменте СПГ, строят грузовые системы, которые являются важнейшей частью судна, по лицензиям зарубежных компаний. Таких, например, как Gaztransport&Technigaz, основной разработчик и владелец патентов на мембранные грузовые системы. Размер лицензионных платежей при строительстве одного судна может достигать 10 млн. долл. США, а суммарный объём уже выплаченных корейскими судостроителями денежных средств достигает полутора миллиардов долларов США.

Российский морской регистр судоходства так же ведёт работы в направлении создания корабельных систем хранения СПГ. Так в конце 2012 года успешно завершён очередной этап сотрудничества РС и GazTransport & Technigaz (GTT). РС рассмотрел возможность применения мембранных

систем хранения груза, разработанных компанией GTT, на судах для перевозки сжиженного природного газа (СПГ) в ледовых условиях Российской Арктики.

В результате совместных исследований было сделано заключение о том, что мембранные системы хранения груза могут применяться на судах для перевозки СПГ с ледовой категорией Arc7, в том числе обладающих возможностью движения кормой вперед.

Также в рамках совместных исследований, был проведен анализ методики расчета динамического взаимодействия судна для перевозки СПГ с айсбергами. Был сделан вывод о том, что предложенная методика может стать основой для принятия технических решений при проектировании таких газовозов.

В настоящее время между РС и GTT продолжается сотрудничество, направленное на повышение уровня безопасности и эффективности при эксплуатации судов, предназначенных для перевозки СПГ в условиях замерзающих морей [41].

Практическое участие РС в проектах по строительству газовозов также дает возможность совершенствования нормативной базы Регистра с учетом «обратной связи» - непосредственного опыта работы инспекторов на верфях. Например, в Южной Корее на класс Регистра в настоящее время строится четыре крупнотоннажных газовоза СПГ.

По заказу ОАО «Ямал СПГ» (совместно с Bureau Veritas) Регистр выполнил экспертизу технической документации на строительство арктических крупнотоннажных газовозов для перевозки сжиженного природного газа (170 000 м³). Суда предполагается использовать для круглогодичной транспортировки газа с терминала Сабетта на восточном берегу Обской губы в порты Европы, США, Китая и Японии. Газовозам планируется присвоить высокую категорию ледовых усилений Arc7, а это означает, что они смогут плавать без ледокольного сопровождения в однолетних арктических льдах толщиной до 1,7 м.

В 2013 году компания Samsung Heavy Industries завершила разработку мембранной системы для хранения и перевозки СПГ на морском транспорте. До этого момента эта система являлась единственной нерешенной проблемой Корейского судостроения и области СПГ.

Презентация системы SCA (Smart Containment-System Advanced) состоялась в Лондоне и привлекла внимание большого числа судовладельцев и экспертов классификационных обществ.

Внедрение данной технологии позволит экономить от 9 до 10 млрд. корейских вон (8-9 млн. долл. США) при строительстве одного танкера и повысит конкурентноспособность судостроительной компании.

В прошлом все судостроительные компании Кореи платили роялти владельцам технологий изготовления судовых хранилищ СПГ.

С целью достижения самостоятельности при производстве грузовых систем для СПГ танкеров, Samsung Heavy Industries начиная с 2007 года проводила совместные исследования с KAIST, с дизайном мастера и полный дизайн сертифицированы основными учреждениями классификации, в том числе LR и ABS. Базовое и полное проектное решение получило одобрение основных классификационных обществ, в том числе LR и ABS.

В разработанной системе хранения СПГ применены некоторые новшества, включая улучшенную форму мембраны, вновь разработанные материалы для вторичного барьера и материалы для супер изоляции, направленные на улучшение стабильности, газонепроницаемости и эффективности транспортировки [42].

1.2.5. Пропульсивные системы

Более 95% действующих сегодня танкеров СПГ в качестве ГЭУ используют паросиловые турбинные установки. Остальные 5% (51 танкер) оснащены дизель-электрическими ГЭУ (тип DFDE). Однако стоит отметить тенденцию, если в предыдущие годы заказывались и спускались на воду в основном суда с турбинными установками, то в последнее время это в

основном суда с двух и трех - топливными дизель электрическими установками (Рисунок 36).

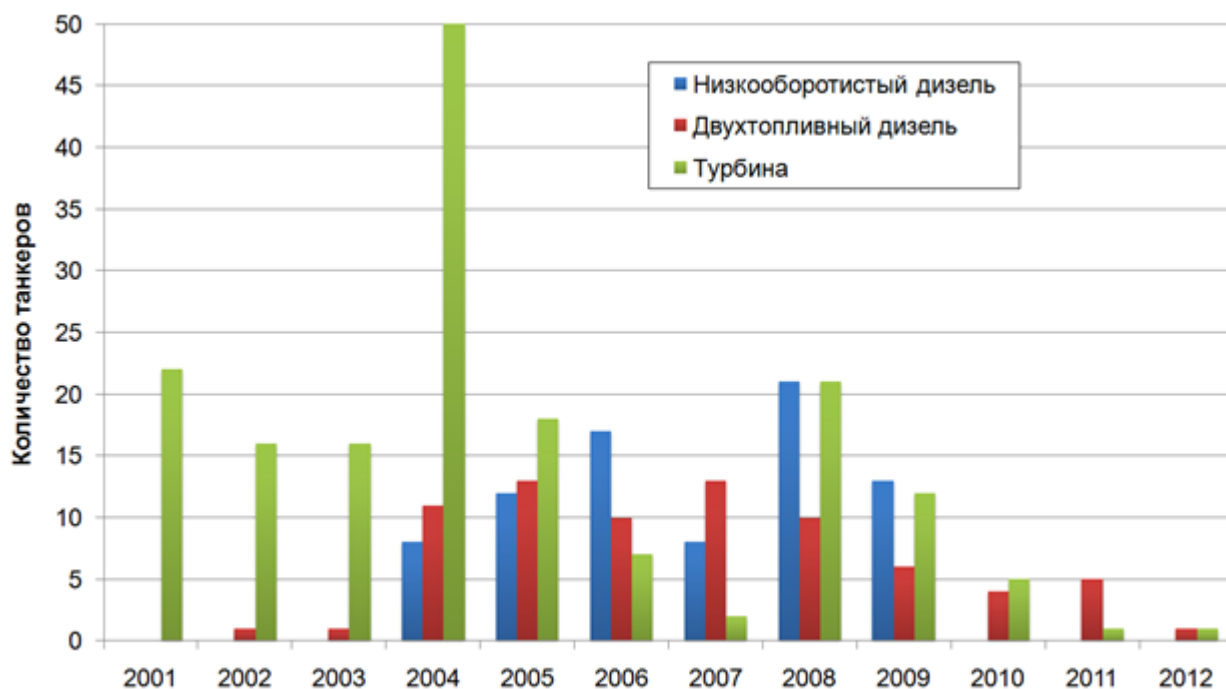


Рисунок 36 Количество спущенных на воду танкеров по типам ГЭУ

Паросиловые турбины долгое время оптимально подходили для танкеров СПГ, поскольку могли обеспечить необходимым грузовладельцам большие скорости и возможность потребления выпаренного газа в качестве топлива на части маршрута. Именно возможность использовать выпарку как топливо при нормах естественного испарения СПГ до 0,15% до недавнего времени компенсировало недостатки от использования турбин.

Два основных производителя судовых турбин, японские фирмы «Mitsubishi» и «Kawasaki», вносят новые конструктивные усовершенствования, улучшающие их мощность и КПД. Но сложное обеспечение маневренности судна и большая загрязненность выхлопов от использования HFO не в полной мере соответствуют требованиям заказчиков новых танкеров.

Предложения от фирм «MAN B&W» и «Wartsila» убедили судовладельцев в возможности получения дополнительных преимуществ при

установке надежных дизельных двигателей. Повлияло на изменение в выборе основного двигателя и увеличение грузопместимости новых судов.

Основными поставщиками судовых ГЭУ использующих газ в качестве топлива на сегодняшний момент являются компании Wartsila, MAN Diesel & Turbo, Rolls Roys и Mitsubishi Heavy Industries.

Модельный ряд двухтопливных двигателей производимых компанией Wartsila включает 8 типоразмеров и охватывает диапазон мощностей от 1,6 до 16 МВт, с соответствующим эффективным КПД от 44 до 48 % (W32 DF - W50 DF).

Двигатель Wartsila 50 DF является одной из последних разработок финской компании. Он может работать на трех видах топлива - природном газе, дизельном топливе и мазуте. Основной целью при создании данной модификации было обеспечение стабильной мощности, низких уровней эмиссии, высокого КПД и надежности эксплуатации при работе на различных видах топлива. Ранее для переключения двухтопливного двигателя Wartsila 50 DF с дизельного топлива на мазут необходимо было его остановить и заменить топливные форсунки. В новой модификации эта необходимость отпадает: перевод двигателя с одного вида топлива на другой осуществляется без его останова.

Wartsila 50 DF может эксплуатироваться на природном газе различного качества. Номинальное значение метанового числа - 80. Кроме того, конструкция двигателя позволяет использовать дизельное топливо или мазут без снижения мощности для несения базовой нагрузки.

Wartsila 50 DF работает на предварительно обедненном топливе: топливовоздушная смесь содержит больше воздуха, чем необходимо для полного сгорания. При этом снижаются необходимые рабочие температуры и, соответственно, уровень эмиссии NOX. КПД двигателя повышается, достигается более высокая мощность и предотвращается детонация.

В 2007 году Корпорация Wärtsilä создала в пропорции 50/50 совместное предприятия с Hyundai Heavy Industries Co. Ltd в Корее. Новая компания,

которая получила название Wärtsilä Hyundai Engine Company Ltd, занимается производством двухтопливных двигателей (дизель либо газ) для газозовов. Общие инвестиции в проект оцениваются в 58 млн. евро, доля Wärtsilä составила 29 млн. евро. Основным рынком сбыта продукции является Корея, доля которой в мировом объеме строительства СПГ - танкеров превышает 70%. Первая продукция с завода (двигатель Wärtsilä 50DF, основная специализация завода) была поставлена в декабре 2008 года, а приемно-сдаточные испытания 100 го двигателя были проведены уже в ноябре 2011 года [43], [44]

Двигатель «Wartsila 50DF» является одной из последних разработок корпорации Wartsilia, который может работать на трех видах топлива - природном газе, дизельном топливе и мазуте (Рисунок 37).



Рисунок 37 Двигатель «Wartsila 50 DF»

Последняя модификация двигателя Wartsila 50 DF, обеспечивающая возможность эксплуатации на трех видах топлива, была создана на основе хорошо зарекомендовавшего себя двигателя Wartsila 46 HFO, работающего на мазуте. Основной целью при создании данной модификации было обеспечение стабильной мощности, низких уровней эмиссии, высокого КПД и надежности эксплуатации при работе на различных видах топлива. Ранее для переключения двухтопливного двигателя «Wartsila 50 DF» с дизельного топлива на мазут необходимо было его остановить и заменить топливные форсунки. В новой модификации эта необходимость отпадает: перевод двигателя с одного вида топлива на другой осуществляется без его останова.

Двигатель «Wartsila 50 DF» выпускается в настоящее время в конфигурациях от 6 цилиндров (рядное расположение) до 18 (V -образное расположение). Максимальная механическая мощность составляет 17 МВт (950 кВт на цилиндр). При этом двигатель имеет одинаковую мощность вне зависимости от того, на каком виде топлива он работает. Частота вращения — 500 об/мин для 50 Гц. Термический КПД двигателя составляет 47 % (с нулевым допуском), что выше, чем у любого другого газопоршневого двигателя.

Контроль и мониторинг эксплуатационных параметров двигателя осуществляется передовой системой управления верхнего уровня, которая обеспечивает необходимый режим работы вне зависимости от внешних условий конкретной площадки или вида топлива. Подача газа и топлива для предварительного зажигания (запального топлива) также осуществляется в автоматическом режиме. Таким образом, система контроля обеспечивает оптимальный состав топливовоздушной смеси индивидуально для каждого из цилиндров, а также необходимое минимальное количество запального топлива для безопасного и стабильного горения. Все параметры двигателя контролируются автоматически во время эксплуатации. Индивидуальный автоматический контроль клапанов предотвращает детонацию и срыв

пламени. В результате до минимума сокращаются случаи падения мощности или аварийных остановов.

На сегодняшний день двигатели Wärtsilä 50DF установлены на 62 судах. Двигатели Wärtsilä 50DF полностью удовлетворяют требованиям к выбросам устанавливаемым Международной Морской Организацией (Рисунок 38).

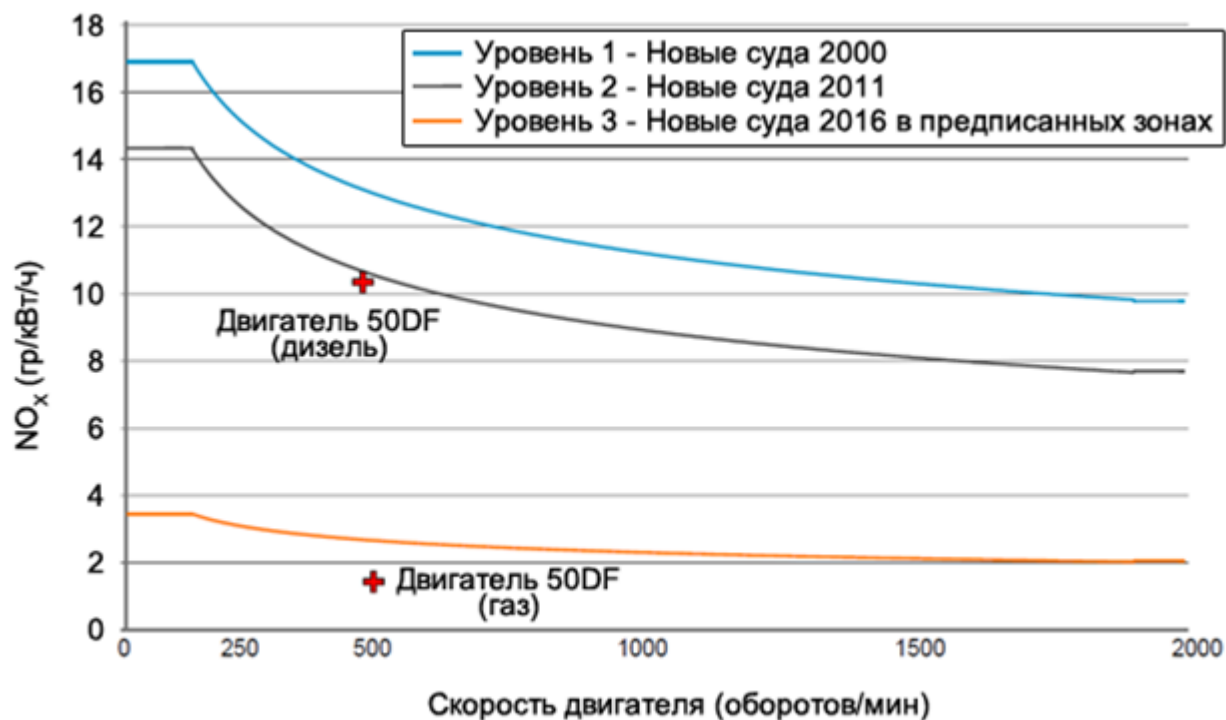


Рисунок 38 Требования IMO к выбросам NO_x и выбросы двигателя Wärtsilä 50DF

«Wartsila 50 DF» может эксплуатироваться на природном газе различного качества. Номинальное значение метанового числа - 80. Кроме того, конструкция двигателя позволяет использовать дизельное топливо или мазут без снижения мощности для несения базовой нагрузки.

«Wartsila 50 DF» работает на предварительно обедненном топливе: топливовоздушная смесь содержит больше воздуха, чем необходимо для полного сгорания. При этом снижаются необходимые рабочие температуры и, соответственно, уровень эмиссии NO_x . КПД двигателя повышается, достигается более высокая мощность и предотвращается детонация.

Горение топливовоздушной смеси инициируется впрыском небольшого количества дизельного топлива в цилиндр. Запальное топливо

воспламеняется, как и в обычном дизельном цикле. Для достижения более высокого КПД и снижения уровня эмиссии система управления обеспечивает индивидуальный контроль работы каждого цилиндра. При этом обеспечивается оптимальное соотношение воздуха, и топлива в смеси, ее подаваемое в цилиндр количество и синхронизация впрысков запального топлива.

Специалистами компании Wartsila была специально разработана система контроля и управления двигателем, которая осуществляет мониторинг параметров каждого из цилиндров. Стабильные эксплуатационные параметры обеспечивают снижение механического и термического воздействия на детали двигателя, что увеличивает срок их службы.

Главным достижением при создании новой модификации двигателя «Wartsila 50 DF» является разработка топливной системы. Она была разделена на три составляющих: одна для природного газа, вторая для резервного топлива, третья - для запального топлива. Отдельная система для запального топлива обеспечивает возможность его подачи независимо от того, работает ли двигатель на природном газе, дизельном топливе или мазуте.

«Wartsila 50 DF» в основном используются в качестве главных двигателей на крупнотоннажных судах, преимущественно газовозах. Например на танкерах «Stena Clear Sky» и «Stena Crystal Sky» грузовместимостью 171 800 м³ которые были введены в строй в 2011 году установлены 12 цилиндровые двигатели 12V50DF.

Номинальная мощность по модификациям двигателя «Wartsila 50DF» приведена в таблице (Таблица 4).

Таблица 4 Номинальная мощность по модификациям двигателя «Wartsila 50DF»

Тип двигателя	Мощность двигателя, кВт (при 50 Гц)	Мощность генератора, кВт (при 50 Гц)	Мощность двигателя, кВт (при 60 Гц)	Мощность генератора, кВт (при 60 Гц)
<i>6L50DF</i>	<i>5 700</i>	<i>5 500</i>	<i>5 850</i>	<i>5 650</i>
<i>8L50DF</i>	<i>7 600</i>	<i>7 730</i>	<i>7 800</i>	<i>7 530</i>
<i>9L50DF</i>	<i>8 550</i>	<i>8 250</i>	<i>8 775</i>	<i>8 470</i>
<i>12V50DF</i>	<i>11 400</i>	<i>11 000</i>	<i>11 700</i>	<i>11 290</i>
<i>16V50DF</i>	<i>15 200</i>	<i>14 670</i>	<i>15 600</i>	<i>15 050</i>
<i>18V50DF</i>	<i>17 100</i>	<i>16 500</i>	<i>17 550</i>	<i>16 940</i>

Основные размерения и весовые характеристики модификаций двигателя «Wartsila 50DF» приведены в таблице (Таблица 5).

Таблица 5 Размерения и весовые характеристики модификаций двигателя «Wartsila 50DF»

Тип двигателя	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	F, мм	Вес, тонн
<i>6L50DF</i>	<i>8 115</i>	<i>3 580</i>	<i>2 850</i>	<i>3 820</i>	<i>1 455</i>	<i>96</i>
<i>8L50DF</i>	<i>9 950</i>	<i>3 600</i>	<i>3 100</i>	<i>3 820</i>	<i>1 455</i>	<i>128</i>
<i>9L50DF</i>	<i>10 800</i>	<i>3 600</i>	<i>3 100</i>	<i>3 820</i>	<i>1 455</i>	<i>148</i>
<i>12V50DF</i>	<i>10 465</i>	<i>4 055</i>	<i>3 810</i>	<i>3 600</i>	<i>1 500</i>	<i>175</i>
<i>16V50DF</i>	<i>12 665</i>	<i>4 055</i>	<i>4 530</i>	<i>3 600</i>	<i>1 500</i>	<i>220</i>
<i>18V50DF</i>	<i>13 725</i>	<i>4 280</i>	<i>4 530</i>	<i>3 600</i>	<i>1 500</i>	<i>240</i>

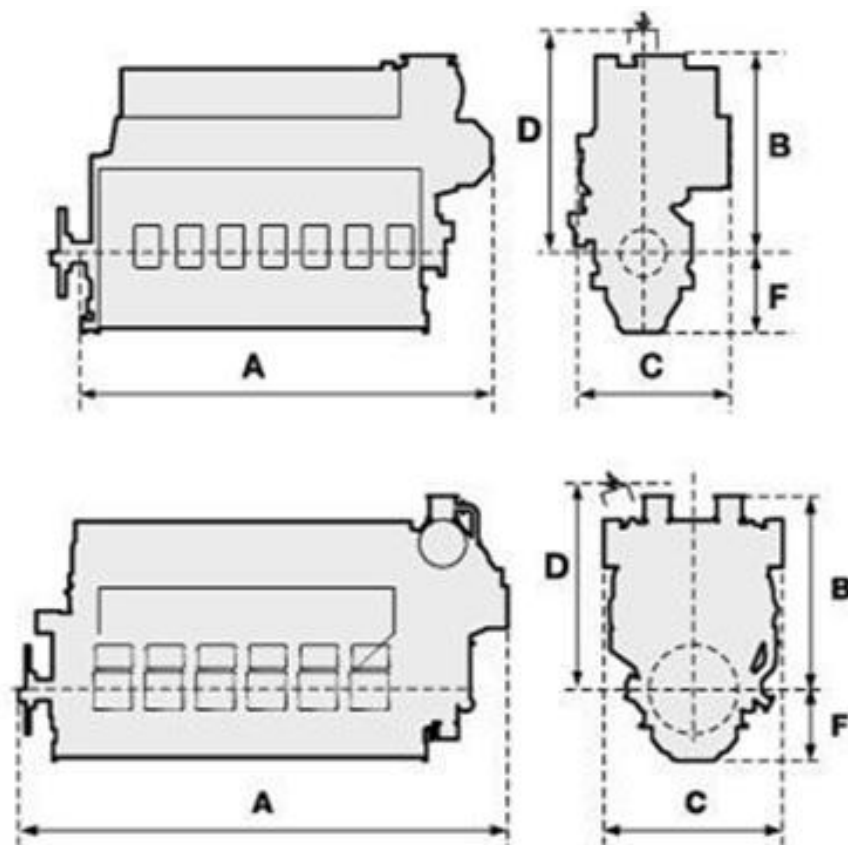


Рисунок 39 Габаритные присоединительные размеры двигателя
«Wartsila 50DF»



Рисунок 40 Двигатель Wartsila 34DF

Номинальная мощность по модификациям двигателя «Wartsila 34DF» приведена в таблице (Таблица 6).

Таблица 6 Номинальная мощность по модификациям двигателя «Wartsila 34DF»

Тип двигателя	кВт
<i>6L34DF</i>	<i>2 700</i>
<i>9L34DF</i>	<i>4 050</i>
<i>12V34DF</i>	<i>5 400</i>
<i>16V34DF</i>	<i>7 200</i>

Основные размерения и весовые характеристики модификаций двигателя «Wartsila 34DF» приведены в таблице (Таблица 7) (Рисунок 41).

Таблица 7 Размерения и весовые характеристики модификаций двигателя «Wartsila 34DF»

Тип двигателя	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	F, мм	Вес, тонн
<i>6L34DF</i>	<i>5 280</i>	<i>2 550</i>	<i>2 385</i>	<i>2 345</i>	<i>1 155</i>	<i>34</i>
<i>9L34DF</i>	<i>6 750</i>	<i>2 550</i>	<i>2 385</i>	<i>2 345</i>	<i>1 155</i>	<i>47</i>
<i>12V34DF</i>	<i>4 261</i>	<i>2 665</i>	<i>3 020</i>	<i>2 120</i>	<i>1 475</i>	<i>59</i>
<i>16V34DF</i>	<i>7 735</i>	<i>2 430</i>	<i>3 020</i>	<i>2 120</i>	<i>1 475</i>	<i>75</i>

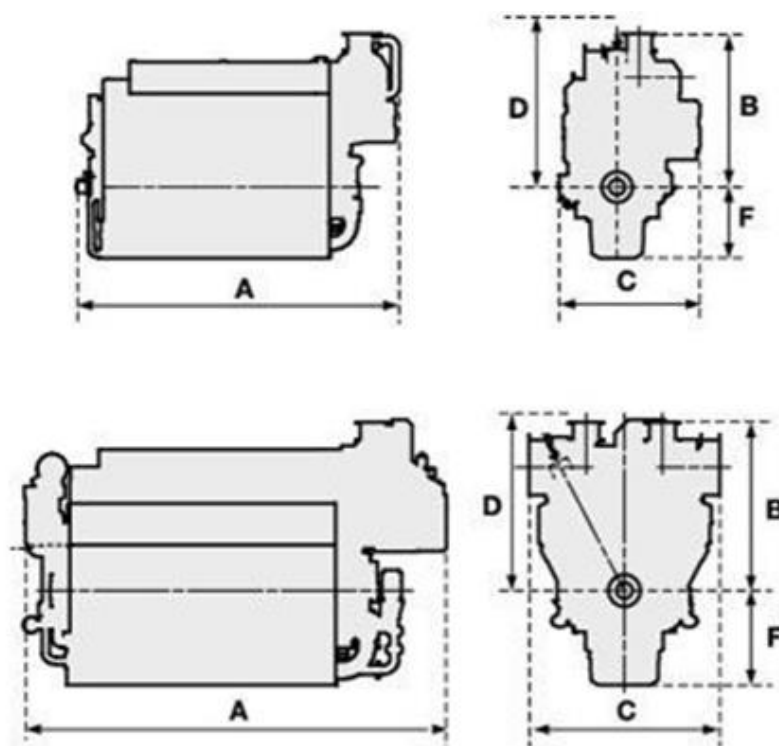


Рисунок 41 Габаритные присоединительные размеры двигателя «Wartsila 34DF»

Номинальная мощность по модификациям двигателя «Wartsila 20DF» приведена в таблице 7.

Таблица 8 Номинальная мощность по модификациям двигателя «Wartsila 20DF»

Тип двигателя	Мощность двигателя, кВт (при 50 Гц)	Мощность генератора, кВт (при 50 Гц)	Мощность двигателя, кВт (при 60 Гц)	Мощность генератора, кВт (при 60 Гц)
<i>6L20DF</i>	<i>876</i>	<i>841</i>	<i>1056</i>	<i>1014</i>
<i>8L20DF</i>	<i>1168</i>	<i>1121</i>	<i>1408</i>	<i>1352</i>
<i>9L20DF</i>	<i>1314</i>	<i>1261</i>	<i>1584</i>	<i>1521</i>

Основные размерения и весовые характеристики модификаций двигателя «Wartsila 34DF» приведены в таблице (Таблица 9) (Рисунок 41).

Таблица 9 Размерения и весовые характеристики модификаций двигателя «Wartsila 20DF»

Тип двигателя	A*, мм	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	F, мм	Вес, тонн
<i>6L20DF</i>	<i>3 254</i>	<i>3 108</i>	<i>1 698</i>	<i>1 829</i>	<i>1 800</i>	<i>624</i>	<i>9,5</i>
<i>8L20DF</i>	<i>3 973</i>	<i>3 783</i>	<i>1 815</i>	<i>1 963</i>	<i>1 800</i>	<i>624</i>	<i>11,2</i>
<i>9L20DF</i>	<i>4 261</i>	<i>4 076</i>	<i>1 799</i>	<i>1 963</i>	<i>1 800</i>	<i>624</i>	<i>11,8</i>

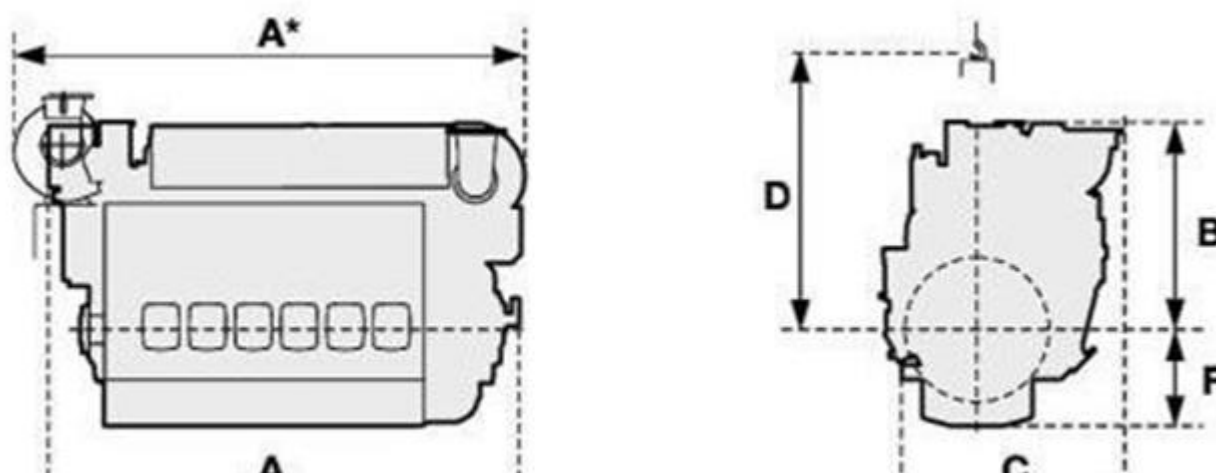


Рисунок 42 Габаритные присоединительные размеры двигателя «Wartsila 20DF»



Рисунок 43 Двигатель Wartsila 20DF

Двухтопливный двигатель Wartsila L20DF имеет свидетельство о типовом одобрении российского морского регистра судоходства, сроком действия до 07.12.2016 [45].

В июле 2011 года компания «Wärtsilä» и китайская «CuiXing Marine Offshore Engineering» основали в Китае завод по производству среднескоростных двигателей моделей «Wärtsilä 26» и «Wärtsilä 32», которые впоследствии будут установлены на морских судах. Объем инвестиций, вложенных компанией «Wärtsilä», составил 16 миллионов евро. Доля акций «Wärtsilä» в совместном предприятии составляет 49 процентов, а доля «Jiangsu CuiXing» - 51 процент. Завод по сборке и тестированию двигателей будет построен в городе Ругао, в Нантунь, восточная часть Китая.

В августе 2011 года Wärtsilä и Shell Oil Company подписали соглашение о сотрудничестве в сфере продвижения СПГ-двигателей на американском рынке, сообщается в пресс-релизе Wärtsilä Corporation. Соглашение рассчитано на несколько лет. Оно направлено на увеличение доступности природного газа для использования в морских двигателях, а также развитие цепочки поставок и инфраструктуры для облегчения бункеровки СПГ - топливом. Сотрудничество будет сосредоточено в первую очередь на поставках на побережье Мексиканского залива [46].

В октябре 2011 года Wartsila заключила контракт на поставку судовых силовых установок работающих на сжиженном природном газе. Контракт на установку оборудования был подписан с американской компанией Harvey Gulf International Marine, двухтопливными двигателями будут оборудованы два современных судна типа PSV (обеспечения нефтяных платформ). Это будут первые суда в своем роде под флагом США. Контрактом также предусмотрена возможность дополнительных поставок силовых установок для последующих судов. Wartsila будет поставлять интегрированную высокоавтоматизированную систему, состоящую из силовой установки, способной работать на двух видах топлива и оборудования для хранения и работы с СПГ. Суда обеспечения, построенные по проекту STX Marine Inc SV310DF будут оснащаться 6-ти цилиндровым двухтопливным двигателем Wartsila 34DF. Емкость для хранения СПГ объемом 290 м³, даст возможность эксплуатировать судно более чем неделю. Транзитная скорость новых судов составит 13 узлов. Поставка двух новых PSV ожидается через два года. Планируемый район работ – Мексиканский залив [47].

В сентябре 2011 года в рамках «Wärtsilä's Licensees Conference» были успешно проведены тестовые испытания нового двухтопливного 2-тактного низкооборотного дизеля RTX5. Начальные тесты показали, что двигатель полностью соответствует требованиям IMO Tier III. Тестирование продлится до конца 2012 года, после окончания, будет обнародована более подробная информация об этом двигателе [48].

Линейка газовых двигателей компании Rolls Roys представлена двигателями Bergen C25:33 и Bergen B35:40.

Новый газовый двигатель серии В - это среднеоборотная установка с электрозажиганием, предназначенная для выработки до 8,5 МВт электрической энергии. Имеются варианты с 12, 16 и 30 цилиндрами. Конструкция разработана с учетом требований в области содержания вредных веществ в выхлопных газах, максимально возможной выработкой электрической и утилизируемой тепловой мощностью в сочетании с высочайшей надежностью.

Газовый двигатель модельного ряда В устанавливает новые стандарты в мощности и эффективности машин класса 720-750 об/мин. Отличительными характеристиками являются увеличенный объем цилиндра и оптимизированная технология сжигания, которые обеспечивают высокую производительность в классе машин даже без чрезмерной нагрузки на двигатель.

- Предоставляет широкий диапазон мощностей в классе 720-750 об/мин, от 4,5 до 8,5 МВт.
- В-газ дает исключительно низкий выброс СО и УНС, что является возможным благодаря его эффективной системе сжигания.
- Комбинация хорошей системы сжигания топлива, требующей меньшего подсоса воздуха, и варьирующих параметров турбокомпрессора позволяют получить большее количество тепла отработанных газов многократного применения.
- Чрезвычайно надежная, простая и удобная конструкция с надежностью, подтвержденной испытаниями, проста в обслуживании.

Технические характеристики двигателя Bergeb приведены в таблице 10.

Таблица 10 Технические характеристики двигателя BergeB

Тип двигателя	B35:40-V12AG	B35:40-V16AG	B35:40-V20AG
Число цилиндров, шт.	12	16	20
Диаметр цилиндра/ход поршня, мм	350/400		
Частота оборотов двигателя, об/мин	750		
Электрическая мощность $\cos\phi = 1,0$; кВт	5120	6840	8550
Механическая мощность, кВт	5250	7000	8750
Удельное потребление энергии, кДж/кВт-ч	7550		
Среднее эффективное давление, бар	18,2		
Расход газового топлива, кВт	11010	14680	18350
Удельный расход смазочного масла, г/кВт-ч	>0,4		
Теплообменник промежуточного охлаждения, кВт	455/565	605/755	760/940
Охладитель смазочного масла, кВт	595	795	990
Охладитель воды рубашки охлаждения, кВт	730	975	1220
Температура отработанных газов, °C	415		
Температура охлаждающей воды - выход двигателя, °C	90		
Габариты установки, Д x Ш x В, мм	10600 x 2750 x 4650	11700 x 2750 x 4650	13100 x 2750 x 4650
Вес установки, кг	91800	104000	125000

Технические данные основываются на следующем:

- Все технические данные действительны при 100% нагрузке, включая два насоса с приводом от двигателя (смазочное масло и охлаждающая вода).
- Уровень выбросов выхлопных газов установлен 500 мг/NO_x при 5% O₂.

- Определение мощности двигателя и потребление газа соответствует ISO 3046-1(ICFN).
- Потребление газа применимо для температуры воздуха на входе в турбокомпрессор 25°C.
- Стандартное топливо — это природный газ с низшей теплотворностью 36 МДж/Нм³
- Минимальное давление топливного газа на газорегулирующем модуле: 3,9 бар.
- В связи с постоянным усовершенствованием, некоторые данные могут быть изменены.

Газовые двигатели Bergen полностью соответствуют требованиям IMO Tier III (Рисунок 44).

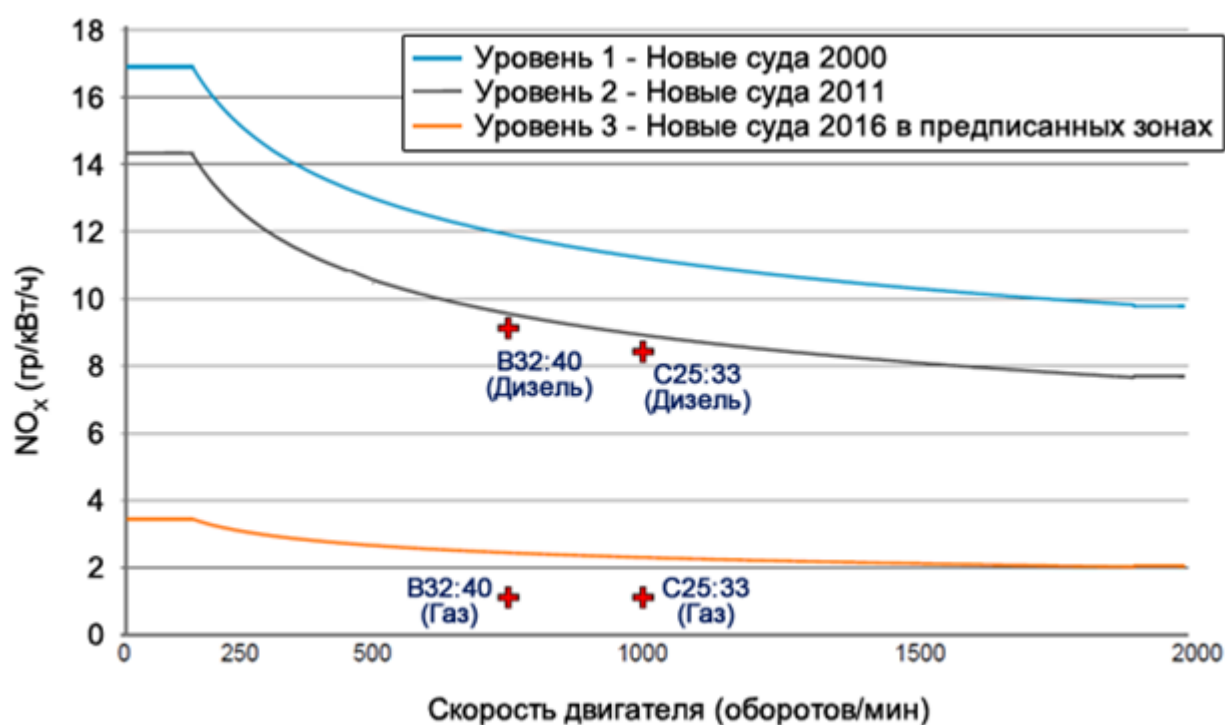


Рисунок 44 Соответствие газовых дизелей Bergen требованиям IMO Tier III

В феврале 2011 подразделение Rolls-Royce Marine объявило о получении заказа стоимостью £20 млн. на поставку комплектов

пропульсивных установок для 4 СПГ-паромов норвежского оператора Torghatten Nord.

Паромы, постройку которых осуществляет польская верфь Remontowa Shipyard, будут первыми оснащены гибридным валогенератором производства Rolls-Royce. На них также будут установлены газовые двигатели от Bergen, работающие на бедных смесях и высокоэффективный винторулевой комплекс Promas от RR. Энергоэффективные технологии, заложенные в данном оборудовании, в теории должны обеспечить 40%-е снижение выбросов CO₂, по сравнению с судами традиционного типа.

Для снижения потребления топлива и, следовательно, выбросов, гибридный валогенератор способен изменять скорости вращения вала двигателя и винта. В отличие от обычных валогенераторов, работающих на постоянной скорости, ГВГ может работать при сниженной скорости вращения вала, при этом поддерживая постоянной частоту необходимую для обеспечения судна электроэнергией.

Паромы будут переданы заказчику во второй половине 2012 г. Они будут обслуживать два маршрута по Вестфьорду в Лофотенском архипелаге на севере Норвегии, район, известный суровыми погодными условиями [49].

В январе 2012 Rolls-Royce подписала контракт на поставку высокомогущей пропульсивной части для буксиров, которые будут заправляться сжиженным природным газом. Постройка двух таких СПГ-буксиров была заказана норвежским оператором Buksér og Berging AS. После ввода в строй в 2013 г. один буксир поступит в менеджмент к энергетической компании Statoil, второй - к Gassco, оператору газотранспортной сети. Помимо двух газовых двигателей и системы хранения СПГ Rolls-Royce выполнит поставку азимутальных винторулевых колонок, которые обеспечат так важные для буксиров высокие маневренные качества. Причем, на этих же судах впервые будет опробована свежая разработка Rolls-Royce – ВРК серии US35, обладающие улучшенной гидродинамикой и технологией соединения с корпусом [50].

Компания «Caterpillar Marine Power Systems» в 2011 году представила публике свою очередную модель серийного двигателя типа MaK M46DF для судов коммерческого флота.

Установка способна работать на двух видах топлива - сжиженном природном газе и судовом дизельном топливе или мазуте. Судовой двигатель M46DF может похвастаться неплохой мощностью на одном цилиндре 900 кВт при 514 оборотах в минуту с использованием СПГ и 500 оборотов в минуту с использованием мазута.

В настоящее время новый судовой двигатель тестируется представителями компании «Caterpillar Marine Power Systems» на средних скоростях в городе Росток, Германия, где с 2014 года начнут продаваться через дилерскую сеть компании «Caterpillar».

Способность чередовать использование различного вида топлива во время работы морского двигателя M46DF делают его достаточно гибким при эксплуатации морских судов при сохранении высокой надежности практически во всех географических районах.

Судовой двигатель M46DF был разработан для модернизации морского двигателя типа M43C. Данные силовые установки обладают одинаковыми характеристиками с использованием идентичного интерфейса.

Новый судовой двигатель обладает оптимальными характеристиками, как под нагрузкой, так и при стабильном режиме работы. Дополнительно данный морской двигатель имеет многочисленные функции обслуживания, таких как удаленная диагностика систем силовой установки, которая помогает операторам провести анализ при его ежедневном обслуживании или ремонтно-восстановительным работам.

Судовой двигатель M46DF с диаметром поршня 460 мм и ходом поршня 610 мм был разработан для производства электрической энергии направленной на движительные установки или другие системы жизнеобеспечения судна. Хотя силовая установка рассчитана на неоднократное использование сжиженного природного газа, судового

дизельного топлива или мазута, все же эксплуатация при так называемом газовом режиме имеет большую эффективность, причем соответствует правилам IMO Tier III и существенно снижает расход топлива (Рисунок 45) [51].

Сотрудничество завода дизельных двигателей из Гуанчжоу (GDEF), Китай, и Норвежского морского научно-исследовательского института Marintek из Тронхейма привело к созданию нового судовой двигателя на сжиженном природном газе.

Двигатель GDEF/Marintek в начале прошлого года был представлен для сертификации в DNV, и в скором времени будет доступен на китайском рынке. Сообщения об этом появились на сайте правительства Норвегии в апреле 2011 года [52].

Результаты проведенных на базе научно-исследовательского института Marintek испытаний модели созданного судового двигателя GDEF/Marintek позволяют разработчикам надеяться на то, что он станет популярным в Китае и для этого есть серьезные основания.

В частности:

- Норвежско-китайской двигатель, получивший наименование 6230SG LNG, будет двухтопливным и сохранит возможность работать на обычном морском дизельном топливе или мазуте.

- Дизельный двигатель 6230SG LNG соответствует новым требованиям ИМО к выбросам в атмосферу с морских судов, которые вступят в силу уже в 2016 году. Новые стандарты в частности ограничивают выбросы оксидов азота уровнем не более чем 2 грамма на кВт/ час, достигнуть которого при использовании обычного топлива крайне сложно.

Хотя судовой двигатель на СПГ стоит дороже, чем обычный двигатель, сам сжиженный природный газ является менее дорогостоящим, чем дизельное топливо, что позволяет достаточно быстро окупить дополнительные инвестиции.



Рисунок 45 Двигатель MaK M46DF компании «Caterpillar»

1.2.6. Фрахтовый рынок

В настоящее время сохраняется исторически сложившаяся тенденция строительства танкеров СПГ под долгосрочные на 20-25 лет контракты конкретных проектов, и сейчас такие танкеры составляют большинство на мировом фрахтовом рынке, одновременно увеличивается количество вновь построенных танкеров.

Докризисный максимум фрахтовых ставок пришелся на первую неделю 2006 года. С 2008 фрахтовые ставки стали падать и в первой половине 2008 года они находились в пределах от 60 000 до 35 000 долл, США/сутки. По состоянию на начало августа 2009 года с учетом сравнительно небольшого

спроса чартерные ставки танкеров СПГ достигли исторического минимума, хотя и не упали так, как в других секторах морских перевозок. В среднем они стабилизировались на отметке 25 000 - 30 000 долларов/сутки, практически на уровне или ниже точки безубыточности. В тот период простаивало около 35% флота - это много для сектора СПГ, что ударило, прежде всего, по судовладельцам, которые в этот период понесли значительные финансовые потери.

Избыток транспортных мощностей привел к нестандартным решениям, рост интереса к тоннажу в этот период, определялся главным образом для хранения СПГ. Наилучшие позиции были у танкеров класса Q-Flex и Q-Max снабженных установками для повторного сжижения отпарного газа. Однако, стоимость топлива, необходимого для питания этих установок, значительно повышала стоимость хранимого газа.

Как следствие кризиса, в результате которого было свернуто строительство танкеров в 2011 и 2012 годах и наблюдалась нехватка свободного тоннажа танкеров. Однако по прогнозам в 2014 году может сформироваться переизбыток, если запуск новых проектов по сжижению будет задерживаться, а суда, заказанные в 2011 и 2012 годах, войдут в строй.

С третьей четверти 2010 и на протяжении 2011 года тренд спотовых фрахтовых ставок стал устойчиво расти, в результате в последние месяцы 2011 года было заключено несколько сделок на фрахтование судов СПГ на срок 2-4 года по ставкам 120-140 тыс.долл. США/сут., что втрое выше уровня ставок, наблюдавшихся за год в ретроспективе, и это самый высокий показатель после 2006 года. Такой уровень ставок примерно в три раза выше уровня безубыточности для стандартного тоннажа таких перевозок.

Ставки по долгосрочным договорам тайм – чартера (15 и более лет) хоть и не подвержены столь заметным колебаниям и не так чувствительны к конъюнктурным колебаниям рынка, в течении 2011 года так же выросли, средняя ставка на стандартный танкер грузовместимостью 135000-145000 м3 составляла около 75 000 – 80 000 долл. США/сутки. Рост долгосрочных фрахтовых ставок может быть связан с повышением судостроительной стоимости и увеличением издержек судовладельцев, таких как содержание экипажа, страхование и так далее, что предусматривается в договоре тайм - чартера (Рисунок 46).

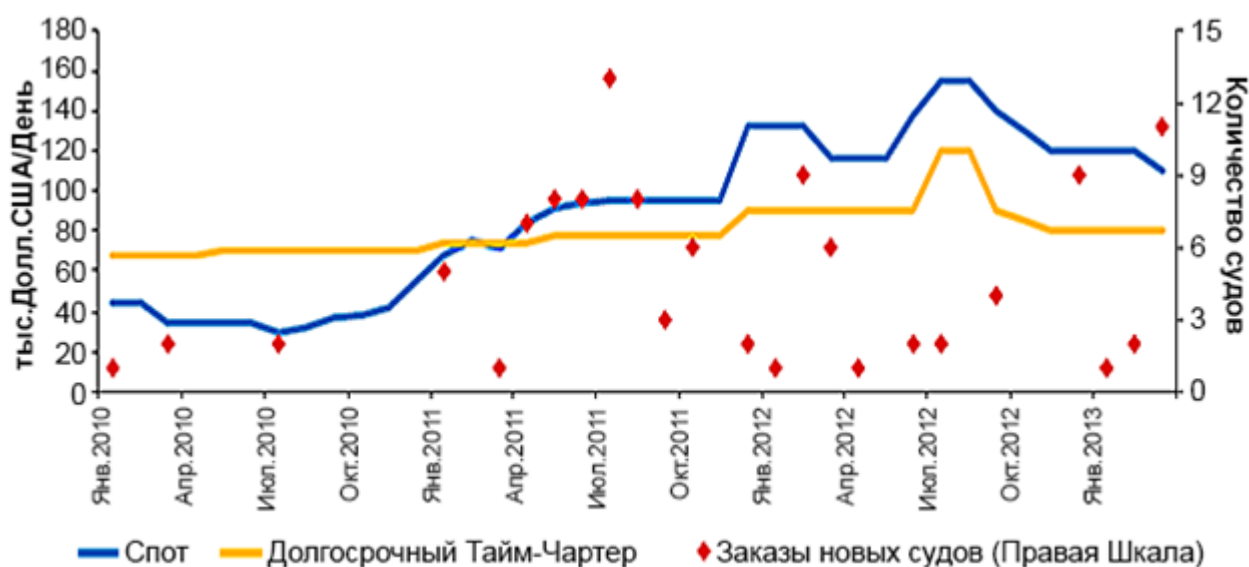


Рисунок 46 Ретроспектива изменения ставок в зависимости от вида фрахта

По краткосрочным контрактам необходимо отметить, что в начале 2013 года восточнее Суэцкого канала эти ставки превысили исторический максимум, при этом на сегодняшний момент они находятся на уровне 92500 долл. США/сутки, что ниже чем уровень на начало 2013 (Рисунок 47)



Рисунок 47 Фрахтовые ставки по краткосрочным контрактам за девять месяцев 2013 года к востоку от Суэцкого канала

Уровень фраховых ставок по контрактам до 1 года несколько ниже ставок краткосрочного чартера и на сегодняшний момент эти ставки составляют порядка 74 000 долл. США/сутки (Рисунок 48).



Рисунок 48 Фрахтовые ставки на чартер до 1 год

1.2.7. Плавучие терминалы СПГ

Расширение географии и увеличение объемов торговых потоков СПГ в условиях глобализации мирового рынка, рост спотовых и арбитражных операций привели к увеличению числа стран, готовых импортировать СПГ с плавучих терминалов.

К этим странам относятся: Пуэрто-Рико, Бразилия, Аргентина, Литва, Чили, Великобритания, Кувейт, Индия, Китай, Индонезия, ОАЭ, Бангладеш, Иордания и Уругвай. Ожидается, что до 2020 года будет реализовано около 30 проектов плавучих терминалов по всему миру (Рисунок 49).

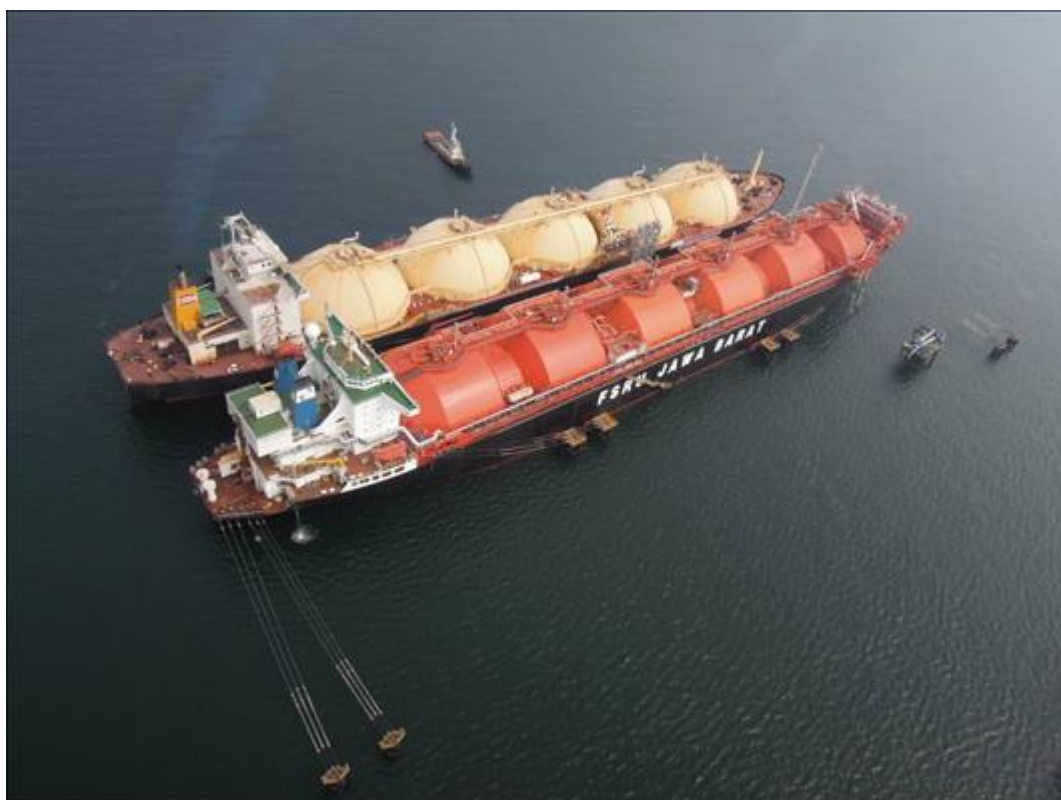


Рисунок 49 Отгрузка СПГ на плавучем терминале регазификации "FSRU Jawa Barat"

Крупные группы судостроения, такие как NHI, DSME и SHI, уж к концу 2012 года приняли решение о своем переходе в новые сегменты рынка, отказавшись от сегмента контейнеровозов, танкеров и балкеров, они

сосредоточились на строительстве плавучих терминалов регазификации СПГ и плавучих заводов СПГ (Таблица 11).

Таблица 11 Текущий портфель заказов на FSRU

Судостроитель	Тип судна	Срок сдачи	Дата заключения контракта	Текущий судовладелец	Комментарии
<i>Hundai H.I.</i>	<i>FSRU</i>	<i>Февраль 2015</i>	<i>10.01.2012</i>	<i>Leif Hoegh & Co</i>	<i>Опцион на 1 судно</i>
<i>Daewoo</i>	<i>FSRU</i>	<i>2015-2017</i>	<i>08.25.2012</i>	<i>Excelerate Energy</i>	<i>Опцион на 8 судов</i>
<i>Samsung H.I</i>	<i>FSRU</i>	<i>Декабрь 2015</i>	<i>07.06.2012</i>	<i>Fredriksen Group</i>	
<i>Hundai H.I..</i>	<i>FSRU</i>	<i>Июнь 2014</i>	<i>02.01.2012</i>	<i>Leif Hoegh & Co</i>	
<i>Hundai H.I.</i>	<i>FSRU</i>	<i>Апрель 2014</i>	<i>06.15.2011</i>	<i>Leif Hoegh & Co</i>	
<i>Hundai H.I.</i>	<i>FSRU</i>	<i>Февраль 2014</i>	<i>06.15.2011</i>	<i>Leif Hoegh & Co</i>	

Доля заказов на плавучие терминалы, по прогнозам будет увеличиваться и к 2015 году составит около 20% от общего числа заказов в сегменте СПГ (Рисунок 50).



Рисунок 50 Доля FSRU от общего числа заказов в сегменте СПГ

Ввод плавучих заводов СПГ планируется с 2015 по 2017 гг. Цена судостроительных контрактов для большинства новостроев танкеров с системой регазификации на борту около 270-290 млн. долл. США

По данным Wood MacKenzie к 2014 году, количество FSRU находящихся в эксплуатации будет находиться в районе 20 единиц (Рисунок 51).



Рисунок 51 Состав флота FSRU

Владельцем крупнейшего флота танкеров СПГ с системой регазификации на борту является бельгийская компания Excelerate Energy (США). В ее активе находится 8 регазификационных танкеров СПГ (LNCRV) и еще один строится на верфи DSME, три из 8 судов относятся к классу Excelsior, пять к классу Explorer, а строящееся относится к новому классу VT3 (Таблица 12).

Таблица 12 Состав флота LNGRV компании Excelerate Energy

Название судна	Дата постройки	Класс судна	Грузовместимость
<i>Excelsior</i>	<i>Январь 2005</i>	<i>Excelsior</i>	<i>138000 м³</i>
<i>Excellence</i>	<i>Май 2005</i>	<i>Excelsior</i>	<i>138000 м³</i>
<i>Excelerate</i>	<i>Октябрь 2006</i>	<i>Excelsior</i>	<i>138000 м³</i>
<i>Explorer</i>	<i>Март 2008</i>	<i>Explorer</i>	<i>150900 м³</i>
<i>Express</i>	<i>Май 2009</i>	<i>Explorer</i>	<i>150900 м³</i>
<i>Exquisite</i>	<i>Октябрь 2009</i>	<i>Explorer</i>	<i>150900 м³</i>
<i>Expedient</i>	<i>Апрель 2010</i>	<i>Explorer</i>	<i>150900 м³</i>
<i>Exemplar</i>	<i>Сентябрь 2010</i>	<i>Explorer</i>	<i>150900 м³</i>
<i>Hull No. 2402</i>	<i>Май 2014</i>	<i>VT3</i>	<i>173400 м³</i>

Характеристики судов приведены в таблице (Таблица 13).

Таблица 13 Характеристики судов LNGRV компании Excelerate Energy

Параметр	Класс Excelsior	Класс Explorer	Класс VT3
<i>Судостроитель</i>	<i>DSME</i>	<i>DSME</i>	<i>DSME</i>
<i>Менеджмент</i>	<i>Exmar</i>	<i>Exmar</i>	<i>*</i>
<i>Флаг</i>	<i>Бельгия</i>	<i>Бельгия</i>	<i>Маршаловы острова</i>
<i>LNGRV</i>	<i>Да</i>	<i>Да</i>	<i>Да</i>
<i>Грузовместимость, м³</i>	<i>138000</i>	<i>150900</i>	<i>173400</i>
<i>Тип грузовой системы</i>	<i>No 96</i>	<i>No 96</i>	<i>No 96</i>
<i>Длина, м</i>	<i>277</i>	<i>290</i>	<i>294.5</i>
<i>Ширина, м</i>	<i>43,4</i>	<i>43,4</i>	<i>46,4</i>
<i>Осадка в грузу, м</i>	<i>11,52</i>	<i>11,6</i>	<i>11,5</i>

Параметр	Класс Excelsior	Класс Explorer	Класс VT3
Максимальная осадка, м	12,2	12,4	12,5
Осадка порожним, м	9,2	9,5	9,4
Высота над ватерлинией порожним, м	44,8	41,2	61,0
Дедвейт, тонн	68130	82500	84700
ГроссТоннаж	93719	99900	*
Крейсерская скорость, при 90% возможности ГЭУ, узл	19,2	19,0	18,0
Потребление топлива. тонн/сутки	174	174	120
Объем отпарного газа %/сутки	0,155%	0,150%	0,150%
Грузовместимость при норме наполнения 98,5%, м ³	135930	148637	170800
Объем СПГ необходимый для захолаживания танков (м ³)	800	880 - 975	880 - 975
Время захолаживания, часов	12	12	12

Новый класс VT3 является самым крупным LNGRV в отрасли. Обладая грузовместимостью 173 400 м³ судно может быть использовано и как FSRU стоечного типа, и как полноценный танкер СПГ. Церемония резки стали для троительства такого LNGRV (Hull No. 2402) состоялась 14 сентября 2012 года на верфи DSME. Судно будет сдано в эксплуатацию в середине 2014 года, а его стоимость составила около 280 млн. долл. США. Система регазификации на борту может работать используя заборную воду по открытому циклу, так же при плохих метеоусловиях, может быть использован закрытый цикл. без внешнего забора воды [53].

Производственная мощность составит порядка 22,5 млн. м³ ПГ в сутки. LNGRV будет отдано в долгосрочный тайм чартер компании Petrobras (Бразилия).

В рамках 15-летнего тайм-чартера, Petrobras планирует расположить FSRU на существующем терминале в заливе Гуанабара, а действующий там в

настоящий момент плавучий терминал регазификации перенести там на новое место в Baía de Todos os Santos, в штате Baía [54].

В августе 2012 года Excelebrate Energy и Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering заключили опционное соглашение на строительство восьми FSRU. Поставка судов запланирована на период с начала 2015 года до начала 2017 года. Соглашение позволит Excelebrate увеличить флот с девяти до 17 FSRU [55].

Вторым по величине флотом FSRU владеет компания Golar LNG. В активе компании 4 действующих FSRU (Таблица 14).

Таблица 14 Основные характеристики действующих FSRU компании Golar LNG

Параметр	Golar Spirit (Бразилия)	Golar Winter (Бразилия)	Golar Freeze (Дубай)	Nusantara regas Satu (Индонезия)
<i>Фрахтователь</i>	<i>Petrobras</i>	<i>Petrobras</i>	<i>Dubai Supply Authority</i>	<i>Nusantara Regas</i>
<i>Менеджмент</i>	<i>Golar Wilhelmsen</i>	<i>Golar Wilhelmsen</i>	<i>Golar Wilhelmsen</i>	<i>Golar Wilhelmsen</i>
<i>Флаг</i>	<i>Маршаловы острова</i>	<i>Маршаловы острова</i>	<i>Маршаловы острова</i>	<i>Индонезия</i>
<i>Грузовместимость, м³</i>	<i>129000</i>	<i>138000</i>	<i>125000</i>	<i>135000</i>
<i>Тип грузовой системы</i>	<i>Moss</i>	<i>Мембрана</i>	<i>Moss</i>	<i>Moss</i>
<i>Производительность, млрд. м³/год</i>	<i>2,5</i>	<i>5,1</i>	<i>4,9</i>	<i>5,0</i>
<i>Способ перегрузки</i>	<i>Через причальные коммуникации</i>	<i>Через причальные коммуникации</i>	<i>Борт к борту</i>	<i>Борт к борту</i>
<i>Регазификационный цикл</i>	<i>Замкнутый</i>	<i>Открытый/Замкнутый</i>	<i>Открытый</i>	<i>Открытый</i>

В стадии строительства находятся еще три танкера с системой регазификации на борту, один из этих судов будет задействован в проекте Gas Atacama Mejillones Seaport's FSRU (Чили) (Таблица 15).

Таблица 15 Характеристики судов новостроев компании Golar LNG

Параметр	GOLAR NEWBUILD HULL NO. 2031	GOLAR NEWBUILD HULL NO. 2024	GOLAR NB 13 (Чили)
<i>Судостроитель</i>	<i>SHI</i>	<i>SHI</i>	
<i>Фрахтователь</i>	-	-	<i>Gas Atacama</i>
<i>Менеджмент</i>	<i>Golar Wilhelmsen</i>	<i>Golar Wilhelmsen</i>	<i>Golar Wilhelmsen</i>
<i>Флаг</i>	<i>Маршаловы острова</i>	<i>Маршаловы острова</i>	<i>Маршаловы острова</i>
<i>Грузовместимость, м³</i>	<i>170000</i>	<i>170000</i>	<i>170000</i>
<i>Тип грузовой системы</i>	<i>Мембрана</i>	<i>Мембрана</i>	<i>Мембрана</i>
<i>Производительность, млрд. м³/год</i>	<i>1,75</i>	<i>1,75</i>	<i>1,75</i>
<i>Способ перегрузки</i>	<i>Может использоваться как СПГ танкер</i>	<i>Может использоваться как СПГ танкер</i>	<i>Борт к борту</i>
<i>Дата ввода в эксплуатацию</i>	<i>4 кв 2013</i>	<i>2 кв 2014</i>	<i>4 кв 2015</i>
<i>Регазификационный цикл</i>	<i>Открытый</i>	<i>Открытый</i>	<i>Открытый</i>

Согласно заключенного в июле 2012 года Договора с Golar LNG Gas Atacama фрахтует судно на условиях долгосрочного тайм-чартера (15-20 лет), так же договор предусматривает опцион продления фрахта 3 раза по 5 лет. Терминал будет располагаться в заливе Мехильонес на расстоянии 1,6 км от берега где глубина достигает 50 метров. По заявлениям Golar LNG аналитический показатель EBITDA, равный объёму прибыли до вычета расходов по уплате налогов, процентов и начисленной амортизации, в случае отфрахтовывания судна на 15 лет составит 48 млн. долл. США, в случае 20

летнего фрахта 47 млн. долл. США в год. Ожидается, что судно будет сдано в эксплуатацию в 2015 году. [56].

Третьим по величине владельцем FSRU и судов с системой регазификации на борту является компания Hoegh LNG. В активе компании находится два действующих судна «GDF Suez Neptun» и «GDF Suez Cape Ann» (Рисунок 52).



Рисунок 52 Танкер СПГ с системой регазификации СПГ «GDF Suez Cape Ann»

Суда обслуживают проекты СПГ в США и в настоящий момент используются по большей части как обычные танкеры СПГ.

В 2011 году компанией Hoegh LNG был куплен у BGT Limited дочернего предприятия Mitsui OSK Lines (MOL) танкер грузоместимостью 126 400 м³ "LNG Libra" (год постройки 1979). После капитального ремонта в Сингапуре в июле 2012 года он был поставлен покупателю и сразу же передан в краткосрочный тайм-чартер для австралийского проекта North West Shelf, сроком на 6 месяцев. Покупка этого танкера была обусловлена планами по

дальнейшему возможному переоборудованию его в плавучий терминал регазификации.

В портфеле заказов находятся четыре FSRU. Все они будут построены на верфях Hyundai Heavy Industries. Грузовместимость каждого из них 170 000 м³, ориентировочный срок сдачи 2014 и начало 2015 года (Таблица 16).

В январе 2012 Hoegh LNG заключила договор с PT Perusahaan Gas Negara (Индонезия), на поставку FSRU, которое будет использоваться в качестве терминала регазификации на шельфе Суматры. Судно будет отфрахтовано на 20 летний период с опционом продления фрахта 2 раза по 5 лет.

Таблица 16 Основные характеристики FSRU находящихся в портфеле заказов Hoegh LNG

Характеристика	FSRU 1	FSRU 2	FSRU 3	FSRU 4
<i>Классификационное общество</i>	<i>Det Norske Veritas</i>	<i>Det Norske Veritas</i>	<i>Det Norske Veritas</i>	<i>Det Norske Veritas</i>
<i>Длина</i>	<i>290</i>	<i>290.00 м</i>	<i>290.00 м</i>	<i>294.00 м</i>
<i>Ширина</i>	<i>46.00 м</i>	<i>46.00 м</i>	<i>46.00 м</i>	<i>46.00 м</i>
<i>Скорость</i>	<i>10 узлов</i>	<i>18 узлов</i>	<i>18 узлов</i>	-
<i>Объём хранилищ</i>	<i>170 000 м³</i>	<i>170 000 м³</i>	<i>170 000 м³</i>	<i>170 000 м³</i>
<i>Тип ГЭУ</i>	<i>Двухтопливная</i>	<i>Двухтопливная</i>	<i>Двухтопливная</i>	-
<i>Производительность</i>	<i>240 м.куб.фут/сутки</i>	<i>400 м.куб.фут/сутки</i>	-	<i>375 м.куб.фут/сутки</i>

Так же в январе 2012 года Hoegh LNG выиграла тендер AB Klaipėdos Nafta на предоставление нового танкера для транспортировки, хранения и регазификации сжиженного природного газа в аренду сроком на 10 лет для использования в качестве плавучего приемного терминала СПГ в Литве.

Hoegh LNG намерена использовать в качестве терминала СПГ второе из четырех новых регазификационных судов, которые строятся в настоящее время в Корее. Поставка судна намечена на вторую половину 2014 года [57].

В рамках договора заключенного в сентябре 2012 года третий новострой, будет использоваться в качестве терминала регазификации в Чили. Судно будет отфрахтовано на 10 летний период с опционом продления еще на 5 лет. По заявлениям Hoegh LNG аналитический показатель EBITDA, равный объёму прибыли до вычета расходов по уплате налогов, процентов и начисленной амортизации, в случае отфрахтовывания судна на 15 лет составит 41 млн. долл. США в год.

В январе 2013 года компания BW Maritime заключила договор с Samsung Heavy Industries на строительство танкера СПГ с системой регазификации на борту. Как ожидается судно будет спущено на воду в 2015 году. Оно станет 17 по счету в составе флота танкеров СПГ BW Group [58].

По состоянию на конец 2012 в стадии разработки находилось около 10 проектов плавучих заводов СПГ. Это израильский проект Tamar LNG, американский South Texas LNG и Lavaca LNG, а так же проекты Mozambique FLNG (Мозамбик), Cash-Maple LNG (Таиланд), Rotan LNG (Малайзия), Abadi LNG (Индонезия), Cruix LNG, Scarborough LNG и Bonaparte LNG (Австралия).

Таблица 17 Текущий портфель заказов на плавучие заводы СПГ

Судостроитель	Тип судна	Срок сдачи	Дата закл. контракта	Текущий судовладелец	Комментарии
<i>Samsung H.I</i>	<i>FPSO</i>	<i>2017</i>	<i>05.20.2011</i>	<i>Royal Dutch Shell</i>	
<i>Wison</i>	<i>FLNG</i>	<i>2016</i>	<i>02.2013</i>	<i>EDF Trading u Exmar NV</i>	
<i>Wison</i>	<i>FLNG</i>	<i>2015</i>	<i>02.2013</i>	<i>EDF Trading u Exmar NV</i>	
<i>Daewoo</i>	<i>FPSO</i>	<i>2015</i>	<i>06.11.2012</i>	<i>Petronas</i>	

1.3. Моделирование проектов морского транспорта СПГ

1.3.1. Выполнение моделирования

После выбора состава и схемы движения флота происходит загрузка модели проектов из баз данных, и открывается одно или несколько дочерних окон. Окно содержит две области: слева - интерактивная карта, справа - область графиков (Рисунок 53).

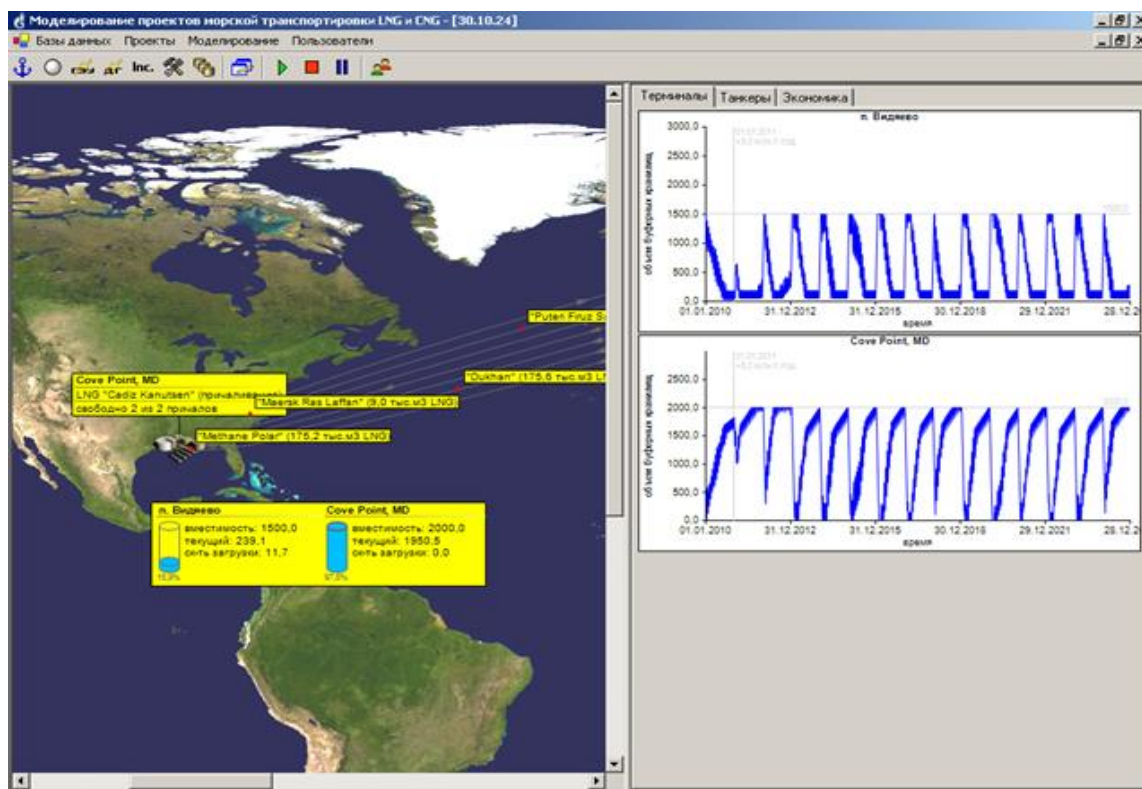


Рисунок 53 Окно моделирования проекта

Карта представляет собой физическую карту земного шара, на которую нанесены условные изображения терминалов, танкеров, линий и маршрутов.



- условное изображение терминала.

Месторасположения танкеров на карте в текущий момент времени отражается отметкой в виде красной точки (на панели указаны название танкера и текущий объем газа в танках). • **"Dukhan" (175,6 тыс.м3 LNG)**

п. Видяево
LNG "Methane Polar" (загрузка)
LNG "Dukhan" (осмотр)
LNG "Puteri Firuz Setu" (осмотр)
LNG "Cadiz Kanutsen" (осмотр)
свободно 0 из 1 причалов

Для каждого терминала в проекте предусмотрено поле отображения состояния причалов, очереди танкеров у них и текущий статус каждого танкера.

п. Видяево	Cove Point, MD
 емкость: 1500,0 текущий: 239,1 ск-ть загрузки: 11,7 15,9%	 емкость: 2000,0 текущий: 1950,5 ск-ть загрузки: 0,0 97,5%

В области карты предусмотрена панель состояний буферных хранилищ терминалов проекта. Она может перетаскиваться в любое место на карте для наиболее удобного отображения информации. На панели столбиками отображается процентная загруженность хранилищ, если в какой-то момент хранилище переполняется, то его столбик становится красным.

Предусмотрены два режима моделирования:

- режим, в котором предпочтение отдается анимационной части моделирования (введен для подробного наблюдения за движением и состоянием танкеров в реальном времени);
- режим, в котором предпочтение отдается графикам, получаемым в процессе моделирования (введен для ускорения процесса моделирования и быстрого получения результатов в виде графиков).

На анимационной карте в процессе моделирования динамически отражаются изменение расположений каждого танкера, объем газа в танках, статус на терминале, и возможно в реальном времени наблюдать за состоянием проекта.

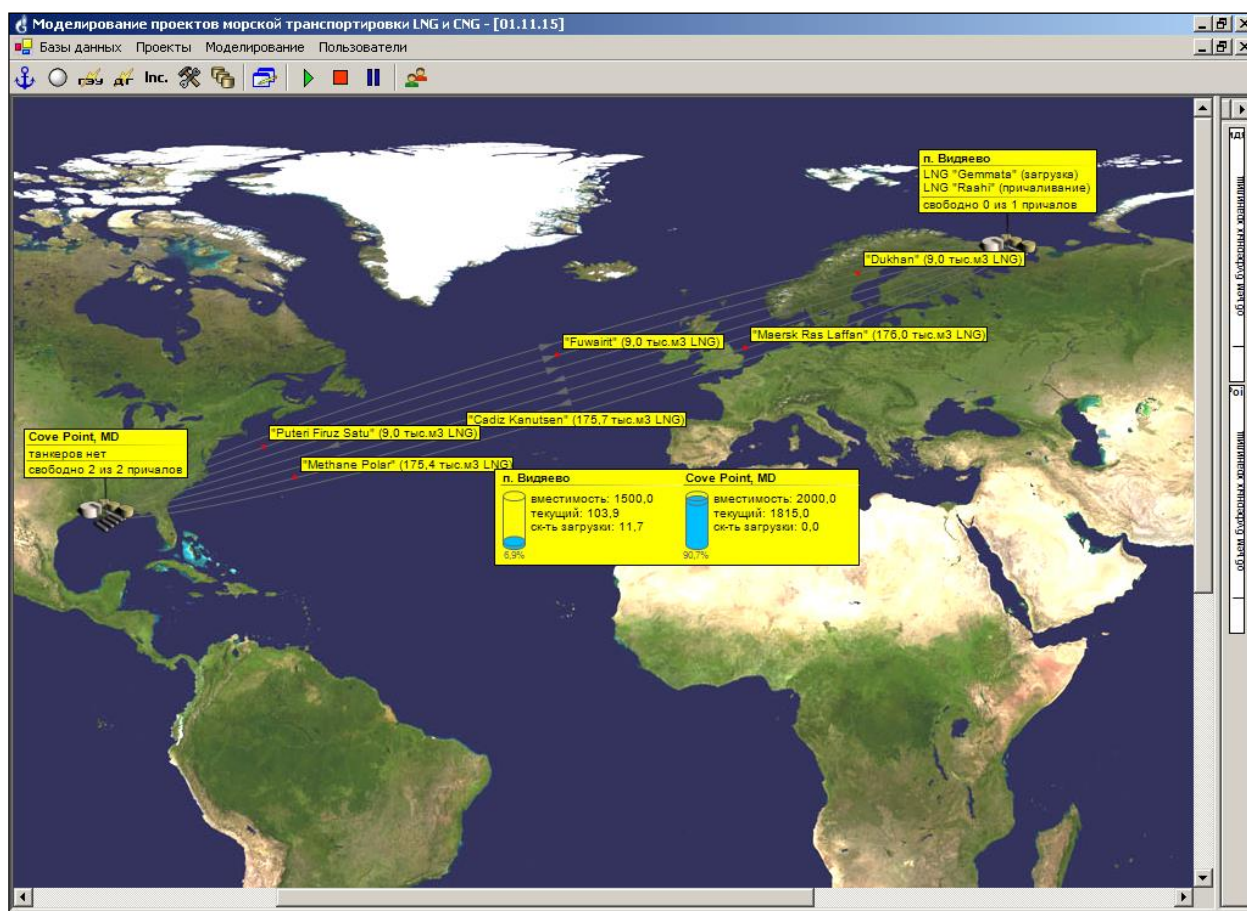


Рисунок 54 Окно моделирования в режиме карты

Для отображения состояния модели на закладках «Терминалы», «Танкеры», «Экономика» размещены графики, отображающие в текущем режиме времени соответственно зависимости объема буферных хранилищ терминалов проекта, себестоимость перевозки газа каждым танкером и инвестиционную эффективность проекта (Рисунок 55).

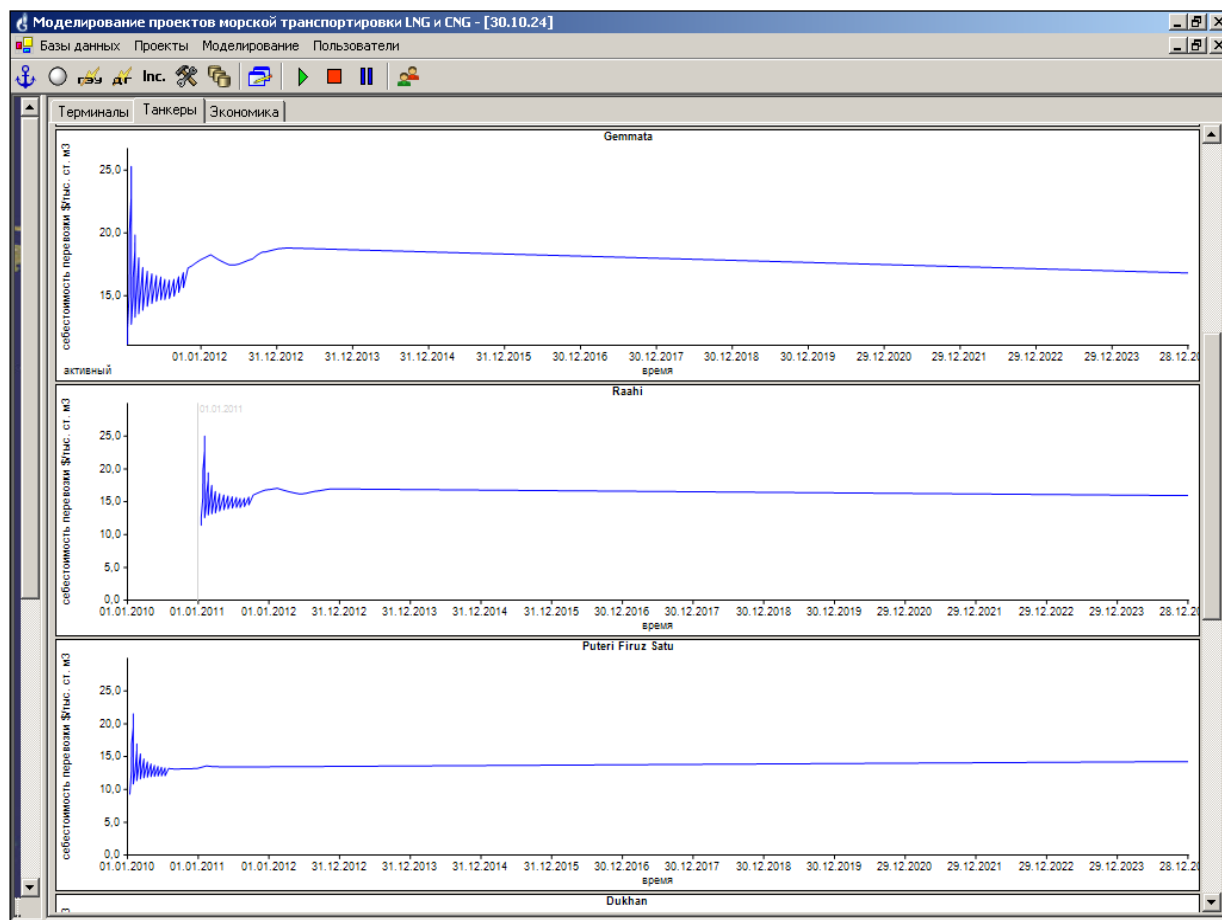


Рисунок 55 Окно моделирования в режиме графиков

В графиках танкеров и экономики существует возможность их наложения (Рисунок 56. Рисунок 57).

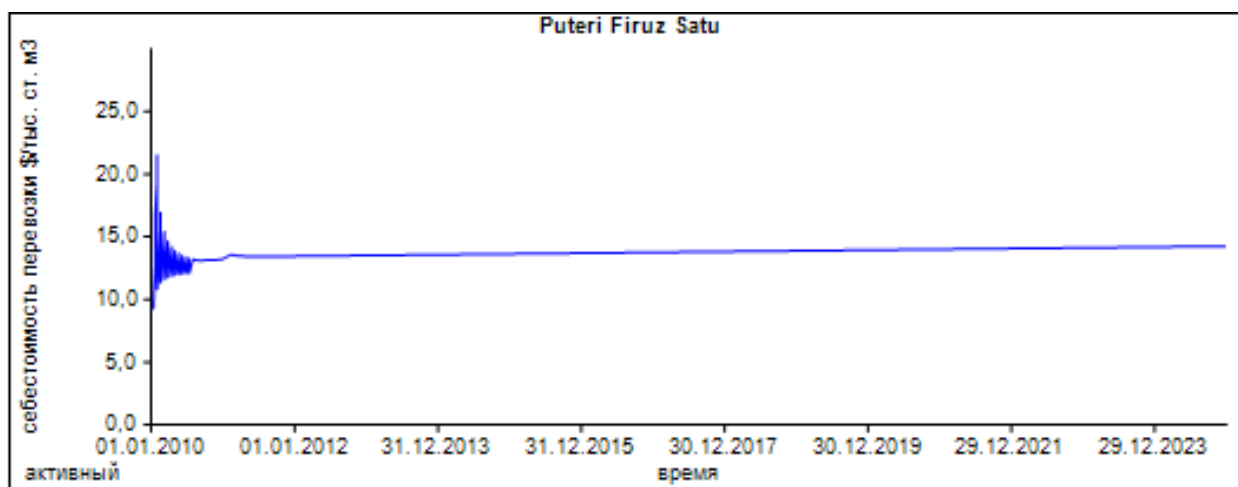


Рисунок 56 Активный график

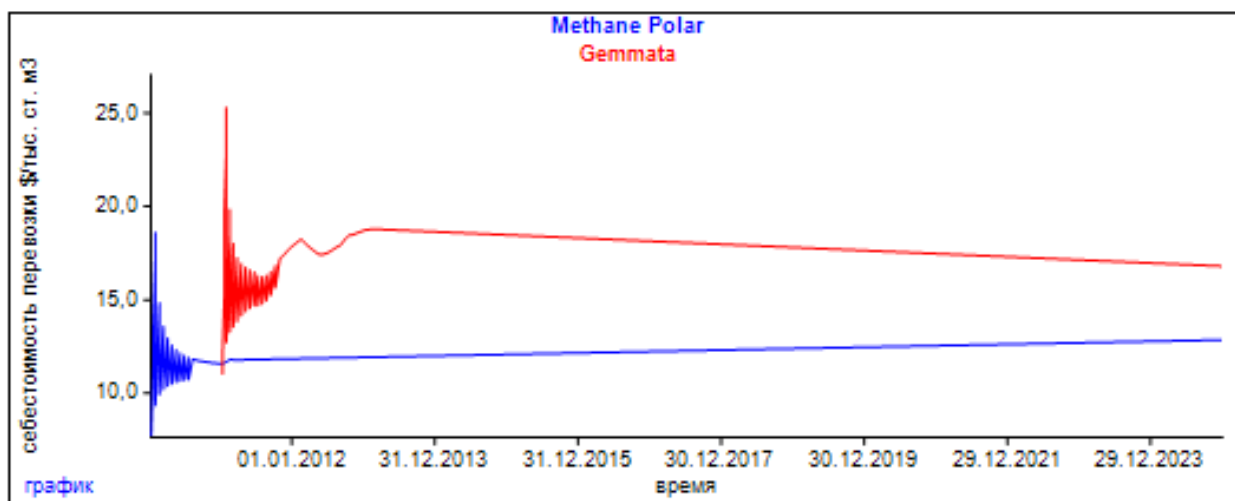


Рисунок 57 Активное изображение

1.3.2. Создание отчета о моделировании

По окончании процесса моделирования отображается окно «Мастера отчетов», где галочками пользователь указывает пункты, которые необходимо включить в отчет. Наличие галочки напротив надписи «показать только результат» означает, что формирование отчета пройдет в памяти, а пользователю предъявляется только результат. Наличием галочки напротив «период с...» устанавливается временной диапазон, в котором будут указаны рейсы танкеров подпункта «Линии проекта» пункта «Результаты моделирования».

1.3.3. Сохранение результатов моделирования

В системе предусмотрена возможность сохранения результатов моделирования проекта в файл специального формата .ger для возможности дальнейшего сравнения. Таким образом, пользователь может задавать различные значения параметров моделируемого проекта и оценивать их влияние на полученный результат.

1.3.4. Сравнительный анализ результатов моделирования

Сравнительный анализ предназначен для оценки технических, экономических и инвестиционных показателей проекта, с целью проведения оптимизации выбранных параметров (исходных данных) и их дальнейшего

применения при обосновании инвестиционных решений, оценки бизнес-процессов и их оптимизации (реинжиниринга).

Анализ производится по результатам сравнения показателей измерения работы танкеров, оценки экономической и инвестиционной эффективности проектов при многовариантности задания исходных данных.

Компьютерная модель позволяет проводить анализ и оценку по всем выбранным показателям мониторинга проекта. Анализ и оценка может быть проведена в целом за весь заданный период моделирования или по отдельным этапам (годам), необходимым пользователю для обоснования решения. Количество заложенных показателей (порядка 60 параметров) позволяет пользователю оценить эффективность проекта и его составляющих с высокой степенью точности (Рисунок 58).

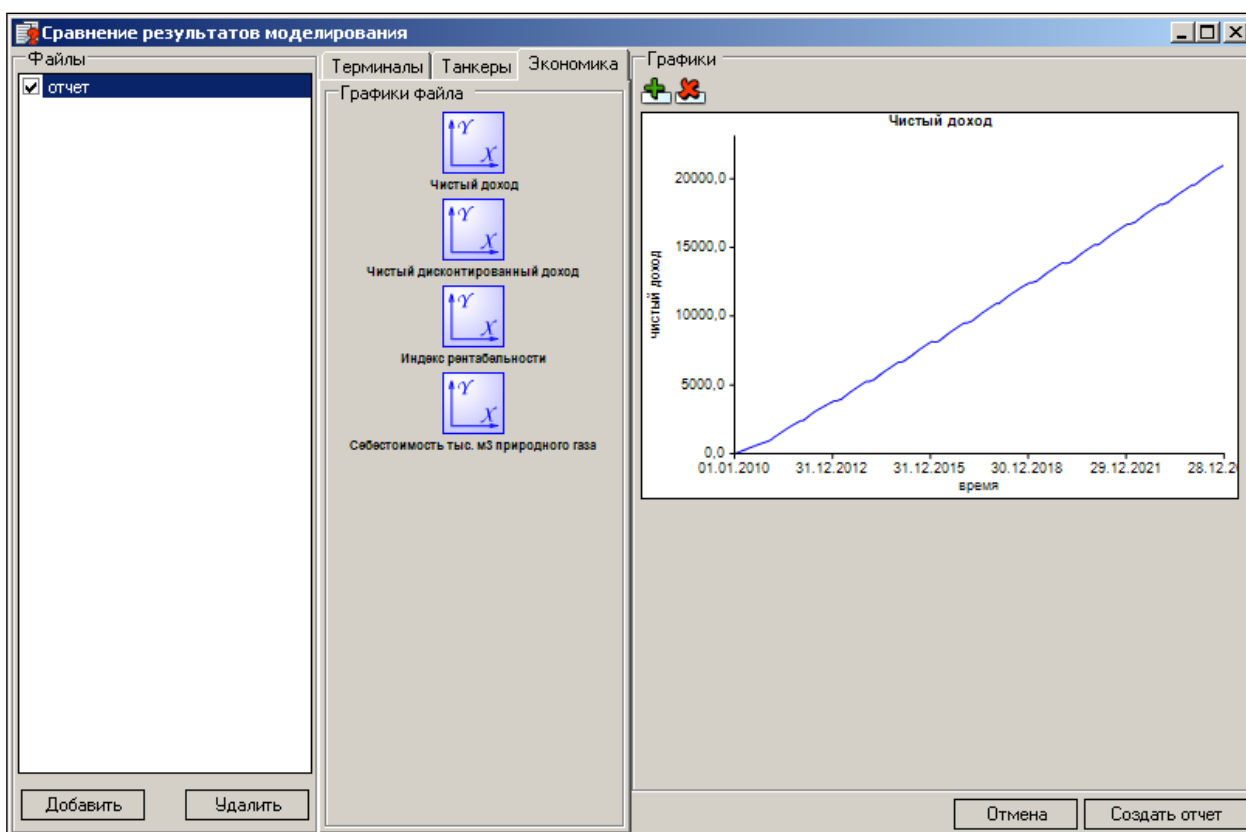
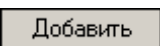


Рисунок 58 Сравнение результатов моделирования

Формат сравнения результатов моделирования:

- 1) добавить новый файл с результатами моделирования в список, кликнув по кнопке  и указав месторасположение файла;

2) создать новый график, нажав на кнопку ; новый график появится в области с названием «Графики» (справа на форме); для удаления графика нужно кликнуть на нем левой кнопкой мыши (после чего график перейдет в активный режим), а затем, нажать на кнопке  и подтвердить удаление;

3) выбрать первый файл, кликнув по нему, что приведет к появлению графиков, хранящихся в файле, на вкладках «Терминалы», «Танкеры» и «Экономика»;

4) перетащить мышью из списка на вкладках любой график в область вновь созданного графика;

5) задать цвет накладываемого графика;

6) выбрать следующий файл и повторить операции пунктов 4-6;

7) скопировать сформированный график в буфер (кликнув правой кнопкой мыши и выбрав пункт «Копировать в буфер» выпадающего меню), либо создать отчет (нажав на кнопке ), где будет представлен полный список графиков;

8) полученный документ Word сохранить или распечатать.

По результатам проведенных моделирований и сравнительного анализа определяются и корректируются показатели для достижения целей оптимизации.

В результате систематической корректуры показателей системы мониторинга проекта, формируются базы данных параметров структуры морской транспортировки природного газа, которые по своим характеристикам не только близки к реальным, но и учитывают направления реинжиниринга бизнес-процессов. Такие параметры и критерии оценки показателей имеют практическое значение и могут использоваться при различных проектных исследованиях, планировании деятельности флота на начальных этапах реализации проекта.

Документирование всех этапов моделирования от задания исходных параметров до завершения действия проекта вместе с аналитическими

графиками дает возможность вести анализ долгосрочных тенденций всех введенных в проект показателей и параметров, выявления их влияния по периодам на эксплуатацию флота морских транспортных систем природного газа.

В качестве мер обеспечения экологической безопасности при эксплуатации морских транспортных систем природного газа в компьютерной модели рассматриваются такие параметры, как:

- безопасность судоходства на транспортных линиях;
- учет ограничений по основным размерениям танкеров СПГ, как в портах загрузки, так и на терминалах регазификации;
- своевременность и полнота проведения плановых ремонтов, в том числе и доковых, использование перспективных грузовых систем.

Для достижения этих целей при моделировании безусловно учтены безопасные по погодным условиям и ледовой обстановке сезонные маршруты переходов, вырабатывается запрет на использование танкеров СПГ на линиях, там, где на терминалах регазификации установлены ограничения по размерам и осадке, ведется аналитический учет реализации в строительстве танкеров перспективных грузовых систем, при моделировании производится принудительный ввод из линии судов, с истекшими межремонтными сроками, при этом на графиках отображаются эти сроки за весь период эксплуатации танкеров.

2. Флот проекта Ямал-СПГ

2.1. Общие тенденции

2.1.1. Формирование флота

Для проекта «Ямал СПГ» спроектированы и строятся специальные танкеры усиленного ледового класса Arc7 (по российской классификации), позволяющие осуществлять круглогодичную навигацию без ледокольной

проводки в западном направлении и в течение арктического лета - в восточном направлении по Северно-му морскому пути.

Будут построены суда, способные самостоятельно проходить льды толщиной более 2,1 м и работать при температуре до 50 градусов ниже нуля. Танкер обладает системой двойного действия - носовая часть приспособлена для навигации в открытой воде и в условиях тонкого льда, а кормовая оптимизирована для самостоятельной навигации в сложных ледовых условиях. Основные характеристики танкера Arc7:

- грузовместимость около 170 тыс. куб. м СПГ;
- мощность силовой установки 45 МВт;
- скорость в открытой воде - 19,5 узлов;
- скорость при ходе во льдах толщиной 1,5 метра - 5,5 узлов;
- основной вид топлива танкера – СПГ, применяется двухтопливная

дизель-электрическая пропульсивная система с тремя установками "Азипод".

В соответствии с планом по строительству 16 танкеров танкеров ледового класса Arc7 для перевозки СПГ из порта Сабетта на мировые рынки ОАО "ЯмалСПГ" завершило тендер на их строительство победителем стала судостроительная компания Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME) - подразделение южнокорейской корпорации Daewoo.

В рамках тендера свои предложения представили семь ведущих верфей мира. Почему предпочтение было отдано DSME, не уточняется - как и сумма сделки с южнокорейской компанией.

С DSME было подписано соглашение о резервировании слотов, передает РБК. Документ предусматривает опционы на строительство, спуск на воду, оборудование, оснащение и поставку до 16 танкеров. Также в соглашении установлены предварительная стоимость судов, график их производства и поставки.

DSME проведет работы по оптимизации корпуса, включая модельные испытания, с целью улучшения его общих рабочих характеристик. Также верфь обязуется предоставить российскому судостроительному заводу,

определенному "Яма-лом-СПГ", необходимые компетенции для строительства судов-газовозов, что будет в себя включать передачу проектной и другой технической документации, обучение российских инженеров и рабочих и передачу части работ на субподряд производителю из РФ.

Кроме того, документом предусматривается передача права на финансирование и покупку танкеров третьей стороне - компаниям-перевозчикам, выбранным ОАО "Ямал СПГ". Как пишут Ведомости, ссылаясь на комментарий представителя "НОВАТЭКа", это означает, что финансировать строительство танкеров будут перевозчики. Они будут выбраны на тендере, который будет вскоре завершен. "Ямал СПГ" заключит с перевозчиками договоры тайм-чартера, которые станут для них гарантией возврата вложений, сообщил изданию представитель компании.

В марте 2014 г. в рамках контракта от июля 2013 г. «Совкомфлот» заказал Daewoo строительство первого ледокольного танкера СПГ.

В апреле 2014 года стало известно, что «Ямал СПГ» сформировал список вероятных претендентов среди судоходных компаний, которые займутся перевозками СПГ. В список вошли «Совкомфлот», японская Mitsui OSK и канадская Teekay LNG.

Выбранными перевозчиками размещены заказы на первые СПГ танкеры, в конце 2014 года состоялась резка стали. Размещены заказы на оборудование длительного срока изготовления, включая криогенные теплообменники, газовые турбины, компрессоры линий по сжижению.

Французская инспекционно-сертификационная компания Bureau Veritas объявила о том, что обеспечит классификацию серии из 15 СПГ-танкеров, предназначенных для проекта «Ямал-СПГ». Эти суда в настоящее время строятся на верфи Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering в Южной Корее.

С помощью новых танкеров арктический проект НОВАТЭКа сможет ежегодно экспортировать 16,5 млн тонн сжиженного природного газа.

Владельцами судов станут компании «Совкомфлот» (один танкер), MOL (три танкера), Teekay (шесть танкеров) и Dynagas (пять танкеров).

Все СПГ-перевозчики будут последовательно спущены на воду в течение следующих четырех лет. Эти танкеры-ледоколы длиной 300 метров будут способны погрузить на борт 172 тыс кубометров СПГ каждый. Сжиженный газ будет храниться на судне в четырех мембранных цистернах.

2.1.2. Южнокорейская DSME выиграла тендер на строительство 9 СПГ-танкеров для «Ямал СПГ» за \$2,8 млрд

Южнокорейский судостроитель Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. (DSME) выиграла контракт на строительство девяти СПГ-танкеров для проекта «Ямал СПГ» на 2,8 млрд долларов.

Японская Mitsui OSK Lines купит и будет оператором трех из этих судов.

Канадская компания Teekay в партнерстве с China Shipping LNG по условиям соглашения с DSME должна будет предоставить для проекта «Ямал СПГ» шесть танкеров класса Arc7 дедвейтом 170 тыс кубометров. Стоимость каждого танкера составляет 316 млн долларов.

Глава «НОВАТЭКа» Леонид Михельсон говорил журналистам, что «контракт с DSME предполагает (обязательное условие), что корейская компания передает компетенции российской верфи, и такое соглашение между DMSE и Дальне-восточным центром судостроения (ДЦСС) уже подписано». Он добавил, что «в рамках соглашения можно будет получить необходимые компетенции, научно-техническую информацию, обучить специалистов».

2.1.3. Компания АББ получила заказ на оснащение танкеров СПГ ледового класса

Силовые установки АББ будут установлены на танкерах, которые будут перевозить сжиженный природный газ (СПГ) из Сибири в Европу и Азию.

Компания АВВ, мировой лидер на рынке технологий в области энергетики и автоматизации процессов, получила контракт на поставку энергетических и про-пульсивных установок для первого из 16 танкеров для перевозки сжиженного природного газа проекта "Ямал СПГ". Контракт, имеющий дополнительную опцию на поставку оборудования еще для 15 судов, выполняется в рамках проекта на транспортировку СПГ с полуострова Ямал, расположенного на северо-западе Сибири, в страны Азии и Европы.



СПГ будет доставляться из порта Сабетта новыми танкерами СПГ ледового класса ARC 7 (самый мощный класс ледового усиления - ARC 9) вместимостью 170 000 куб. метров. Транспортировка СПГ в Азиатский регион будет осуществляться Северным морским путем в летнюю навигацию, что



позволит значительно сократить сроки доставки по сравнению с традиционными маршрутами, снизить расход топлива судами и сократить вредные выбросы в атмосферу.

Контракт на постройку судов был присужден южнокорейской компании Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME).

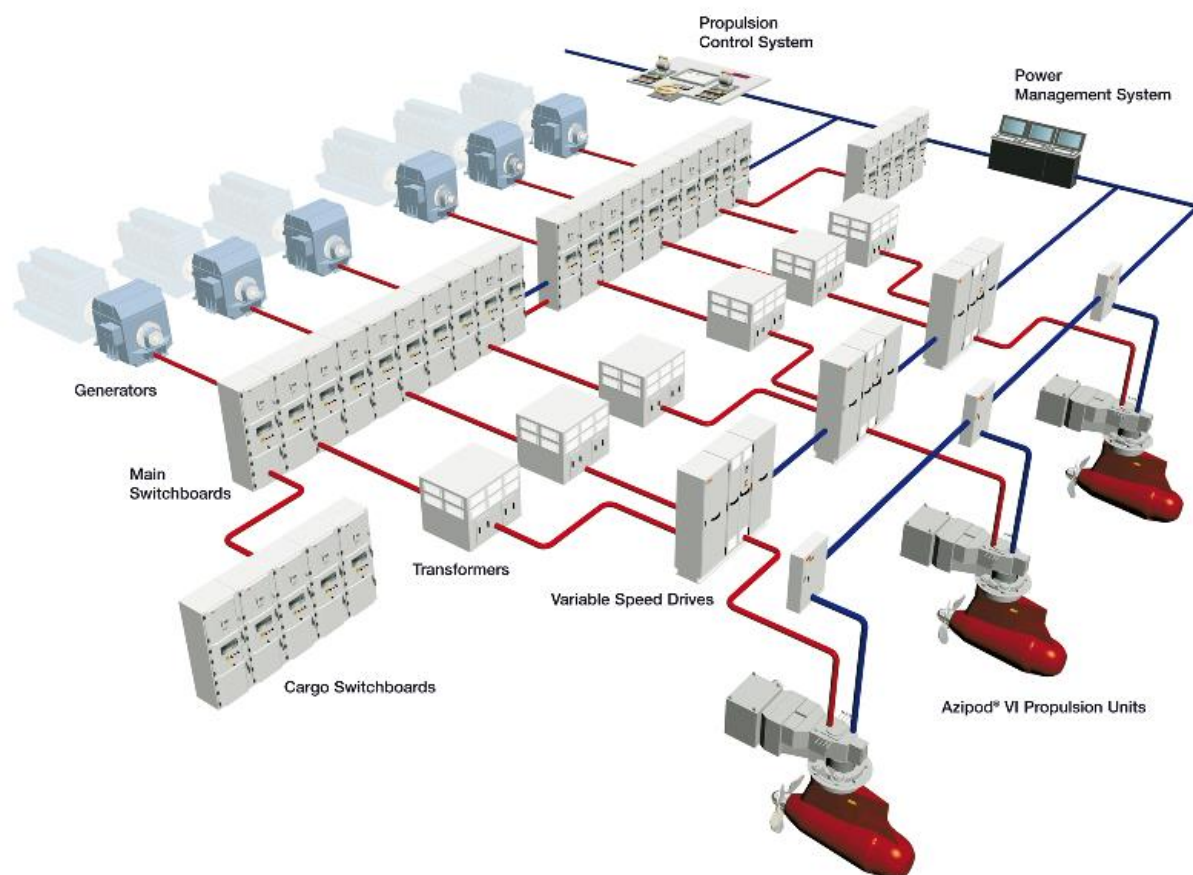
В объем поставки АББ входят турбокомпрессоры, генераторы, распределительные устройства, трансформаторы, частотные преобразователи, система управления движительной установкой и пропульсивные установки Azipod®, которые обеспечат навигацию судов в полярных условиях. Такие суда на базе аzipодных пропульсивных установок станут самыми мощными танкерами СПГ в мире.

Такая конструкция позволит эксплуатировать суда при температурах до -50°C. Суда, оснащенные пропульсивными установками Azipod®, смогут передвигаться носом вперед при ходе в чистой воде и в умеренных льдах, а также кормой вперед при продвижении через мощный лед. Передовые решения позволят обеспечить самостоятельную навигацию судов без ледокольных проводок.

Вели-Матти Рейниккала, возглавляющий подразделение АББ Автоматизация процессов, сказал: «Обеспечение круглогодичной эксплуатации танкеров СПГ в ледовых условиях требует соблюдения высочайших стандартов в области безопасности и эффективности, и наша компания гордится тем, что для такого проекта были выбраны технологии АББ». Он также добавил, что «пропульсивные установки Azipod® были выбраны и положительно зарекомендовали себя более чем на 30 судах, эксплуатируемых в ледовых условиях, включая челночные танкеры «Совкомфлота», работающие на месторождении Варандей, и контейнеровозы ледового класса «Арктик Экспресс» ГМК «Норильский никель».

Непрерывная работа танкеров СПГ необходима для поддержания максимального объема производства СПГ.

АББ (www.abb.com) является лидером технологий силового оборудования и автоматизации процессов, обеспечивая для клиентов



энергетического и промышленного сектора возможность повышать производственные показатели и одновременно уменьшать воздействие на окружающую среду. Компании Группы АБВ работают примерно в 100 странах мира и насчитывают около 150,000 сотрудников.

2.1.4. Михельсон недооценил отечественных судостроителей. ОСК готова выполнить заказы на СПГ-танкеры

Настоящий спор развернулся между российским президентом Владимиром Путиным и председателем правления НОВАТЭКа Леонидом Михельсоном во время заседания комиссии по вопросам стратегии развития ТЭК в Астрахани. НОВАТЭК совместно с зарубежными партнерами строит на Ямале СПГ-завод, однако заказы на танкеры отечественная компания отдает южнокорейским судостроителям.

В ответ на справедливое замечание президента о том, что миллиарды рублей могли бы пойти на поддержку российских компаний, Михельсон заявил о неготовности судостроителей к таким проектам. Президент не поверил. С руководителем НОВАТЭКа готовы поспорить и в Объединенной судостроительной корпорации. Подробности - в материале Накануне.RU.

Как это часто бывает, искру на совещании разжег президент "Роснефти" Игорь Сечин. Рассказывая о шельфовых проектах, он упомянул, что работа невозможна без современной арктической морской техники, нефтегазовых платформ, другой техники, придонного оборудования. По его словам, только на Карском море в пиковые годы нам потребуется до ста единиц уникальной морской техники и судов.

"Консорциумом, в который вошли ОСК, "Роснефть" и "Газпромбанк", а также "Совкомфлот", реализуется проект развития судостроительного кластера на Дальнем Востоке. Ядром этого кластера станет новый судостроительный комплекс "Звезда" в городе Большой Камень", - сказал Сечин, напомнив, что президент предложил сделать верфь генеральным заказчиком по морской технике Дальневосточного центра судостроения.

"НОВАТЭК", который, как и "Роснефть", нуждается в танкерах для реализации своих СПГ- проектов, не может похвастаться поддержкой отечественных судостроителей, о чем не мог не вспомнить президент.

"Вы не являетесь (акционером ОСК) и поэтому хотите все заказывать за границей. А если бы вы были акционером компании, вы бы заказывали на российских предприятиях", - сказал Михельсону Путин. При этом, Сечин тут же заявил о готовности принять НОВАТЭК в консорциум.

Компания бы и рада заказать у соотечественников, но в стране "нет таких мощностей", - заявил Михельсон. Суда компании нужны будут в 2017-2019 гг., но, по словам руководителя газовой компании, заказчиками являются судоперевозчики, поэтому и вопросы нужно адресовать к ним.

"Леонид Викторович до конца эту схему не рассказывает. Конечно, заказчиками они являются, потому что они подписывают контракт на

перевозки с "Совкомфлотом". "Совкомфлот" под этот контракт заказывает 16 газозовов, стоимость их по \$300 млн каждый. Это почти \$5 млрд. Плюс газозовы в интересах "Газпрома" – 13 штук, плюс 6 танкеров для "Газпромнефти", - рассказал о схеме поставок судом Игорь Сечин, отстаивая свои интересы. Весь заказ тянет примерно на \$10 млрд, и идет мимо "Звезды", акционером которой является "Роснефть".

"Мы не сможем провести ни переговоры, ни получение частичной компетенции в работе по кооперации, скажем, с верфями Южной Кореи. А это тоже возможно. Возможен перенос производства и азиатских винторулевых групп, и другой техники, навигационного оборудования, частично получение компетенции... \$10 млрд, размещенных напрямую в Южной Корее, делают практически нереализуемым наращивание гражданского заказа на верфях на Дальнем Востоке и получение дополнительной компетенции для этого центра. Проект становится очень тяжелым. Но надеемся, что нам удастся убедить и НОВАТЭК, и "Газпром" в том, чтобы эта работа проводилась через ДЦСС, тем более что "Газпромбанк" находится в рамках этого консорциума", - сказал Сечин.

Оправдания Михельсона свелись к просьбе нанести отдельный визит главе государства. Путин был не против, но свою позицию он довольно четко обозначил на совещании.

"Вы меня не убеждаете, и не убедите никогда, потому что если заказы не будете размещать на российской территории, не будет у нас отрасли. Не будет, мы ее не восстановим никогда, все будет уходить куда-то туда, за бугор. Вот в чем все дело. А если они (отечественные судостроительные компании, - прим. Накануне.RU) будут генеральными подрядчиками, генеральными заказчиками, они тогда напрямую будут договариваться с иностранными партнерами, тогда иностранный партнер будет зависеть от них и будет вынужден передавать на определенных условиях свою компетенцию, будет вынужден приходить на нашу территорию, договариваться о локализации в определенный срок и на определенную глубину", - сказал Путин.

В НОВАТЭКе на запрос Накануне.RU о шагах, которые предпримет компания по итогам совещания, не ответили. Сам Михельсон сказал, что "может быть" через несколько месяцев будет участвовать в верфях ОСК, которые находятся на севере европейской территории.

В Объединенной судостроительной корпорации несколько удивились заявлениям Михельсона. В пресс-службе Накануне.RU рассказали, что "Северное проектно-конструкторское бюро" (входит в ОСК) в рамках программы ОКР "Разработка концептуальных проектов газозовов, в том числе ледового плавания" создало концептуальные проекты танкеров-газовозов с мембранными танками французской компании Gaztransport & Technigaz (GTT).

"Технология имеет наилучшие экономические показатели. Кроме того, ОАО "Северное ПКБ" в 2011 г. было отмечено грамотой "Бюро Веритас" (Bureau Veritas) "Пять жемчужин" за проект судна для транспортировки сжиженного природного газа грузоместимостью 79,3 тыс. куб. м с высоким уровнем экологичности и энергосбережения. Судно было спроектировано на основе требований "Совкомфлота" для использования в районе Средиземноморья. Для него были применены оригинальные архитектурно-конструктивные решения, никогда ранее не применявшиеся в мировой практике строительства газозовов", - сообщили в пресс-службе.

В ОСК уточнили, что единственной проблемой до недавнего времени оставалось отсутствие мощностей для строительства крупнотоннажного флота. Но сейчас такие проекты ОСК может воплощать в жизнь совместно с Крымским судостроительным заводом "Залив". Верфь "Звезда" тоже предназначена для этих целей. Поэтому, основная задача – обеспечить заказы.

"Наличие заказов от крупных нефтегазовых компаний будет способствовать развитию отечественной судостроительной отрасли, снижению себестоимости строительства за счет серийности производства, что в конечном итоге позволит российским судостроителям повысить свою

конкурентоспособность с западными компаниями на рынке специализированных судов", - сказали в ОСК.

На вчерашнем совещании, посвященном освоению Арктики, речь зашла и о другом факторе, способном поддержать высокий научный и технологический уровень работы на шельфовых проектах. По словам директора Арктического и Антарктического научно-исследовательского института Ивана Фролова, крупных заказов от компаний недостаточно – нужна господдержка.

"Фундамент должен быть через федеральную целевую программу, о которой я уже говорил, обеспеченную госфинансированием. Это, безусловно, поможет укрепить наши центры компетенции", - сказал Фролов.

Участники предложили создать отдельную целевую программу [1] , которая могла бы сделать арктическое направление стратегическим, в первую очередь, для Минфина. Путин пообещал рассмотреть инициативу.

2.1.5. Газовозы СПГ усиленного ледового класса Arc 7 будут оснащены двухтопливными двигателями Wärtsilä

Верфь Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME) в Южной Корее заказала 54 двухтопливных двигателя Wärtsilä, которые будут установлены на газовозах СПГ усиленного ледового класса вместимостью 172 600 куб. м, предназначенных для работы в Арктике. Суда будут принадлежать совместному предприятию Teekay LNG Partners of Canada и China LNG Shipping (CLNG), и другому совместному предприятию между China Shipping LNG Investment Co., Ltd.(CSLNG) и японской компании Mitsui O.S.K. Двигатели были заказаны в октябре на совместном корейском предприятии Wärtsilä Hyundai Engine Co., (WHEC).

Оборудование Wärtsilä может работать на сжиженном природном газе (СПГ), тяжелом дизельном топливе или маловязком дизельном топливе (MDO), однако основным видом топлива является СПГ. При работе в арктических водах на двигатели будет воздействовать температура

окружающей среды вплоть до минус 50 градусов Цельсия, суда будут работать в эксплуатационных условиях, включая проход через лед толщиной более 2 метров и предполагающих значительные перепады нагрузок на двигатель. Возможность компании Wärtsilä удовлетворить эти требования к критериям конструкции и послужила решающим фактором в получении этого контракта.

Для каждого газовоза СПГ Wärtsilä поставит 12-цилиндровые и 9-цилиндровые двухтопливные двигатели Wärtsilä 50DF. Суммарная выходная мощность двигателей Wärtsilä равна 64 350 кВт на каждое судно.

«Этот очень важный заказ еще раз подчеркивает технологическое превосходство в создании двухтопливных двигателей. Установка двигателей Wärtsilä 50DF на первых газовозах СПГ в 2006 г. положила основу для отраслевого тренда. С тех пор 65 процентов всех новых газовозов СПГ оснащаются двухтопливными двигателями Wärtsilä. Значительное превосходство именно этого двигателя над альтернативными вариантами основано на его исключительном тяговом КПД и явными экологическими преимуществами благодаря работе на газе», – заявил Ларс Андерсон, вице-президент, Wärtsilä Ship Power

К настоящему времени компания Wärtsilä оснастила свыше 160 судов своими установками Wärtsilä 50DF.

Двигатели Wärtsilä 50DF выпускаются в различных конфигурациях от 6-цилиндровых рядных двигателей до 18-цилиндровых V-образных двигателей, вырабатывающих 950/975 кВт на каждый цилиндр с суммарной максимальной механической мощностью 17 100 кВт. Частота вращения двигателей равна 500 или 514 об/мин (50 и 60 Гц). Максимальный температурный КПД выше, чем у любого другого газового двигателя.

При работе на газе выброс оксида азота (NOx) по меньшей мере на 85 процентов ниже текущих стандартов Международной морской организации, а выбросы CO₂ на 25 процентов ниже обычных морских двигателей, работающих на дизельном топливе. Кроме того, выбросы оксидов серы (SOx) и тяжелых частиц практически равны нулю.

2.1.6. Китайская Sinotrans построить 5 танкеров - газовозов для проекта Ямал-СПГ

Танкеры - газовозы, емкостью более 170 тыс м³ , будут строиться по контрактам с верфями DSME и DY Shipping Limited, подписанными в декабре 2014 г.

Поставки танкеров начнутся с ноября 2017 г. Судовладелец сдаст танкеры - газовозы в аренду проекту Ямал-СПГ на срок до 2045 г. В соответствии с чартерными соглашениями, арендная плата за пользование кораблями составит 19,2 млн долл США/месяц.

В конце октября 2015 г Bureau Veritas объявила о том, что обеспечит классификацию серии из 15 газовозов-танкеров ледового класса, предназначенных для транспортировки газа с Ямал-СПГ. Их строит Южная Корея на верфи Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering. С помощью танкеров - газовозов НОВАТЭК сможет экспортировать 16,5 млн т/год сжиженного природного газа (СПГ).

Суда соответствуют ледовому классу Arc7 Российского морского регистра судоходства (РС).

2.1.7. Греческая Dynagas займется перевозкой газа «Ямал СПГ»

Компания планирует купить пять судов, которые должен был заказать «Совкомфлот». Стоимость одного газовоза – около \$340 млн (\$5,5 млрд – за все 16 газовозов)

Структура «Ямал СПГ» – Yamal Trade может продать пять танкеров для перевозки сжиженного природного газа (СПГ), заказанных в конце 2014 г. на верфи DSME, греческому пароходству Dynagas, сообщили отраслевые ресурсы Lloyds List и Tradewindsnews. По данным изданий, сумма сделки – \$1,5 млрд. Флот Dynagas сейчас насчитывает 10 СПГ-танкеров. Представитель «Новатэка» (у него 60% в «Ямал СПГ») от комментариев отказался. Представители Dynagas на вопросы «Ведомостей» не ответили.

Суда, которые покупает Dynagas, должен был строить «Совкомфлот». В 2014г. «Ямал СПГ» сформировал шорт-лист пароходств, с которыми компания заключит 45-летние контракты на перевозку газа «Ямал СПГ». В него вошли «Совкомфлот», японская Mitsui OSK и канадская Teekay LNG. Каждая из них должна была построить флот для перевозки газа: «Совкомфлот» – шесть судов, Mitsui – четыре, а Teekay – шесть. Стоимость одного газовоза – около \$340 млн (\$5,5 млрд – за все 16 газовозов). Эти суда уникальны, имеют наивысший ледовый класс Arc7 и специально предназначены для транспортировки по Северному морскому пути.

Проектная мощность «Ямал СПГ» – 16,5 млн т, практически весь газ уже законтрактован, поставки должны начать в 2017 г.

Все суда для «Ямал СПГ» будет строить DSME. Teekay LNG вместе с китайской China LNG Shipping и Mitsui в партнерстве с китайской China Shipping Group свои суда заказали еще летом 2014 г. «Совкомфлот» этого не сделал. Компания тогда сообщала, что «оценивает риски проекта», но не отказывается от строительства флота для «Ямал СПГ».

«Совкомфлот» вел переговоры с азиатскими партнерами для участия в строительстве и эксплуатации флота. Но они затянулись, и, чтобы не потерять резерв мощностей DSME для строительства всех судов, структура Yamal Trade в конце 2014 г. сама разместила заказ на верфи на строительство оставшихся пяти судов. С начала этого года компания искала для них новых владельцев. Помимо Dynagas велись переговоры с японской NYK.

Правда, «Совкомфлот» не останется без газовоза. Пароходство заказало DSME строительство первого, опытного, газовоза для «Ямал СПГ». В марте этого года было начато его строительство. В понедельник представитель «Совкомфлота» не ответил на запрос.

«Совкомфлот» оказывал консультационные услуги «Ямал СПГ», включая выработку дизайна судов-газовозов и оптимизацию расходов на логистическое обеспечение проекта, отметили в пресс-службе компании. В результате был разработан уникальный дизайн судна с рабочим названием

«Ямалмакс», который не имеет аналогов в мире по своим техническим характеристикам. При грузовместимости 172. 600 кубометров, длине 300 м и ширине 50 м, танкер будет обладать ледовым классом Arc7 (по классификации РС), что обеспечит ему ледопроходимость в сплошном льду толщиной до 2,1 метра.

2.1.8. Всем СПГ-танкерам проекта «Ямал» присвоят Polar Class 3-4

Французская инспекционно-сертификационная компания Bureau Veritas объявила о том, что обеспечит классификацию серии из 15 СПГ-танкеров, предназначенных для проекта «Ямал-СПГ». Об этом сообщает информресурс LNG World News.

Эти суда в настоящее время строятся на на верфи Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering в Южной Корее. С помощью новых танкеров арктический проект НОВАТЭКа сможет ежегодно экспортировать 16,5 млн тонн сжиженного природного газа.

Владельцами судов станут компании «Совкомфлот» (один танкер), MOL (три танкера), Teekay (шесть танкеров) и Dynagas (пять танкеров). Все СПГ-перевозчики будут последовательно спущены на воду в течение следующих четырех лет.

Эти танкеры-ледоколы длиной 300 метров будут способны погрузить на борт 172 тыс кубометров СПГ каждый. Сжиженный газ будет храниться на судне в четырех мембранных цистернах.

Корабли будут соответствовать классу Arc7 Российскому морского регистра судоходства, он является эквивалентом Polar Class 3 и Polar Class 4 по классификатору Bureau Veritas. Такие СПГ-танкеры способны проходить льды толщиной до 2,5 метров при температуре -45 градусов Цельсия. При этом газовое оборудование судна должно нормально функционировать при температуре — 52 градуса Цельсия.

Стоит отметить, что до августа текущего года «Совкомфлоту» принадлежали пять из 15 танкеров, однако российской компании пришлось

отказаться от четырех кораблей, так как инвесторы не захотели осуществлять дальнейшее финансирования проекта из-за повышенных рисков.

Права на эти четыре судна приобрела афинская компания Dynagas, доведя таким образом свою долю в проекте до пяти танкеров. Завершение строительства единственного танкера, оставшегося у «Совкомфлота», намечено на 2016 год.

С помощью новых судов арктический проект НОВАТЭКа сможет ежегодно экспортировать 16,5 млн тонн сжиженного природного газа. Эти танкеры-ледоколы длиной 300 метров будут способны погрузить на борт 172 тыс кубометров СПГ каждый. Сжиженный газ будет храниться на судне в четырех мембранных цистернах.

Корабли будут соответствовать классу Arc7 Российскому морского регистра судоходства, он является эквивалентом Polar Class 3 и Polar Class 4 по классификатору Bureau Veritas. Такие СПГ-танкеры способны проходить льды толщиной до 2,5 метров при температуре минус 45 градусов Цельсия. При этом газовое оборудование судна должно нормально функционировать при температуре минус 52 градуса Цельсия.

Стоит отметить, что до августа текущего года «Совкомфлоту» принадлежали пять из 15 танкеров, однако российской компании пришлось отказаться от четырех кораблей, так как инвесторы не захотели осуществлять дальнейшее финансирования проекта из-за повышенных рисков.

Права на эти четыре судна приобрела афинская компания Dynagas, доведя таким образом свою долю в проекте до пяти танкеров. Завершение строительства единственного танкера, оставшегося у «Совкомфлота», намечено на 2016 год.

2.2. Ситуационная оценка строительства танкеров СПГ

2.2.1. Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering получила первый заказ на строительство танкера СПГ для проекта Ямал СПГ

Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering получила первый заказ на строительство танкера СПГ для проекта Ямал СПГ. По информации DSME, стоимость контракта составляет 339,3 млрд корейских вон (316 млн долларов), заказчиком выступает Совкомфлот, сдача судна намечена на июнь 2016 года.

Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering в марте 2013 года выиграла тендер ОАО «Ямал СПГ» на строительство танкеров-газовозов для проекта Ямал СПГ. Тогда же с DSME было подписано соглашение о резервировании слотов, которое предусматривает опционы на строительство, спуск на воду, оборудование, оснащение и поставку до 16 танкеров. Соглашением предусмотрена передача права на финансирование и покупку танкеров третьей стороне – перевозчикам, выбранным ОАО «Ямал СПГ».

Ранее сообщалось, что танкеры СПГ для Ямала будут иметь ледовый класс Arc7, они будут рассчитаны на эксплуатацию при температурах до минус 50 градусов и смогут самостоятельно работать во льдах толщиной более 2,1 метра.

2.2.2. Заложен киль арктического газовоза для проекта «Ямал СПГ»

На верфи Daewoo Shipbuilding&Marine Engineering Co., Ltd. состоялась закладка киля первого арктического газовоза для проекта «Ямал СПГ».

Танкер заказан группой компаний Совкомфлот и будет эксплуатироваться в рамках долгосрочного тайм-чартерного соглашения между ПАО «Совкомфлот» и компанией «Ямал СПГ». Окончание строительства судна планируется на 2016 год.

Пропульсивный комплекс газовоза включает три азипода общей мощностью 45 мВт, что сопоставимо с мощностью атомного ледокола. Грузовые танки усиленного мембранного типа гарантируют безопасную транспортировку газа по трассам Северного морского пути, что подтверждено

исследованиями классификационных обществ и стендовыми испытаниями компании GTT – разработчика грузовых систем.

Технические характеристики газовоза «Ямалмакс»: Длина, ок. (м) – 299,90; ширина, ок. (м) – 50,0; дедвейт, ок. (т) – 85 000; грузовместимость – 172.600 м³; ледовый класс – Arc 7; осадка максимальная, ок. (м) - 12,0; эксплуатационная скорость (узлы) – 19,5.

2.2.3. Верфь DSME спустила на воду танкер СПГ ледового класса для проекта «Ямал СПГ»

Первый самый мощный в мире СПГ-танкер ледового класса, предназначенных для транспортировки сжиженного природного газа (СПГ) с проекта «Ямал СПГ» спущен на воду, построен южнокорейской компанией Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME).



В марте 2016 года оборудование АББ на судне будет готово к проведению пуско-наладочных работ.

Компания АВВ получила контракт на поставку энергетических и пропульсивных установок для первого из 16-ти танкеров для перевозки сжиженного природного газа проекта «Ямал СПГ». Контракт, имеющий дополнительную опцию на поставку оборудования еще для 15 судов, выполняется в рамках проекта на транспортировку СПГ с полуострова Ямал, расположенного на северо-западе Сибири, в страны Азии и Европы .

2.2.4. Первый газовоз для "Ямала СПГ" будет передан "Совкомфлоту" осенью

"Совкомфлот" получит первый газовоз для проекта "Ямал СПГ" осенью и направит его на ледовые испытания в зимний период, сообщил глава "Ямал СПГ" Евгений Кот, выступая в рамках СПГ Конгресса.

2.2.5. ВТБ даст \$260 млн Совкомфлоту на танкер для Ямал СПГ

ВТБ и Совкомфлот в пятницу заключили соглашение о проектном финансировании на сумму \$260 миллионов сроком до 13 лет, сообщил банк.

Соглашение предусматривает финансирование строительства арктического танкера-газовоза для проекта Ямал СПГ, который реализовывает Новатэк.

Поставка судна намечена на первый квартал 2017 года.

2.2.6. «Ямал СПГ» в июле получил около € 775 млн от китайских банков

«Ямал СПГ» в июле текущего года привлек заемные средства на сумму около 56,07 млрд рублей. Кредитные средства, привлеченные у китайских финансовых организаций China Development Bank и CEXIM, выделяются в евро или юанях, сообщает «Интерфакс» со ссылкой на отчетность компании.

Указанный объем средств эквивалентен € 775 млн. В конце июня «Ямал СПГ» получил первый транш в размере € 0,45 млрд в рамках кредитных

договоров. Таким образом, «Ямал СПГ» выбрал около € 1,2 млрд китайских средств.

Как сообщало ранее EADaily, «Ямал СПГ» подписал договоры с Банком развития Китая (China Development Bank) и Экспортно-импортным банком Китая (CEXIM) о предоставлении кредитных линий на общую сумму € 9,3 млрд и 9,8 млрд юаней сроком на 15 лет.

Процентные ставки по кредитным линиям составляют EURIBOR 6М плюс маржа 3,30% годовых на период строительства и 3,55% после полного ввода проекта «Ямал СПГ» в эксплуатацию и SHIBOR 6М плюс маржа 3,30% и 3,55% годовых соответственно.

Кроме того, ранее в рамках привлечения проектного финансирования на возвратной основе были получены 150 млрд рублей из Фонда национального благосостояния (ФНБ). Кредитные линии в размере € 3,6 млрд были предоставлены ПАО «Сбербанк» и «Газпромбанк» сроком на 15 лет.

Проект «Ямал СПГ» предполагает строительство завода по производству сжиженного природного газа на базе Южно-Тамбейского месторождения мощностью 16,5 млн тонн. Общая стоимость проекта



оценивается в \$ 26,9 млрд. Запуск завода намечен на 2017 год, производство будет продолжаться как минимум в течение 35 лет.

2.2.7. В Мурманском морском торговом порту отгружают многотонные ростверки на Ямал

Ростверки – это железобетонные свайные оголовки. Они производятся в Мурманске на российско-норвежском предприятии «Олен Бетон» и используются при строительстве порта Сабетта, а также завода по сжижению газа «Ямал СПГ».

Вес и габариты конструкций достаточно велики: самый легкий ростверк весит 14 тонн, а самый тяжелый – 54 тонны, всего 7 видов. Их доставка к причалам порта осуществляется поштучно, преимущественно в ночное время.

Сейчас у причла ПАО «ММТП» стоит под погрузкой теплоход Северного морского пароходства «Инженер Вешняков». Именно это судно совершает большинство челночных рейсов между Мурманском и Сабеттой. На его борт осуществляется погрузка крупной партии самых тяжеловесных ростверков. Вся судовая партия состоит из 121 железобетонного изделия общим весом 5,4 тысячи тонн.

Погрузка производится с использованием спаренной работы порталных кранов, что предъявляет дополнительные требования к квалификации всей стивидорной группы работников порта.

С начала 2016 года это уже шестое судно с ростверками, отправляющееся от причалов ПАО «ММТП» на Ямал. Общий объем генеральных грузов на этом направлении с начала года превысил 30 тысяч тонн.

Арктический порт Сабетта и завод "Ямал СПГ" – это приоритетные проекты по созданию в России центра по производству сжиженного природного газа (СПГ) мощностью 16,5 млн тонн в год на ресурсной базе Южно-Тамбейского месторождения на полуострове Ямал. Ведущие

предприятия Мурманской области активно участвуют в проекте прежде всего, используя преимущества портовой инфраструктуры.



2.2.8. Скоро «Ямал-СПГ» получит первое гигантское судно для перевозки модулей

Первое гигантское судно для транспортировки модулей, которое будет работать на проект «Ямал-СПГ», спущено на воду на китайской верфи Cosco Dalian Shipyard. Как передает информресурс LNG World News, это первое из четырех судов, строящихся для этого проекта, оператором которого является российская компания НОВАТЭК.

Владелец кораблей — нидерландская судоходная компания BigRoll Shipping. Все суда этой серии рассчитаны на температуры до минус 39 градусов Цельсия. Грузоподъемность корабля — 21 тыс тонн, размер транспортировочной палубы — 125 на 42 метра.

Первое судно, которое получило название BigRoll Barentsz, начнет работу на Ямале в марте 2016 года. А второй корабль под названием BigRoll

Bering, как ожидается, будет спущен на воду в декабре и поступит в распоряжение НОВАТЭКа в мае следующего года.

Сразу после прибытия на место работы на оба судна будет заключен многолетний контракт с компанией «Ямгаз», консорциумом, учредителями которого стали Technip, JGC Corporation и Chiyoda. Остальные два корабля придут во второй половине 2016-го и в начале 2017 года.

2.2.9. 1-ое судно BigRoll Barentsz серии МС для проекта Ямал-СПГ спущено на воду на верфи Cosco Dalian Shipyard

1-ое судно для транспортировки модулей, которое будет работать на Ямал-СПГ, спущено на воду на верфи Cosco Dalian Shipyard. Об этом 12 ноября 2015 г сообщила нидерландская судоходная компания BigRoll Shipping. Это 1 из 4 судов, строящихся для проекта Ямал СПГ.



Судно, которое получило название BigRoll Barentsz, начнет работу на Ямале в марте 2016 г.

2-ой корабль под названием BigRoll Bering будет спущен на воду в декабре 2015 г и поступит в распоряжение НОВАТЭКа в мае 2016 г.

После прибытия на Ямал, на оба судна будет заключен многолетний контракт с консорциумом Ямгаз (Yamgaz), партнерами в котором являются Technip, JGC Corporation и Chiyoda. Yamgaz выиграл тендер на

проектирование и строительство завода по производству СПГ в рамках проекта Ямал СПГ.

Еще 2 корабля поступят в распоряжение Ямал СПГ во 2й половине 2016 г и в начале 2017 г.

BigRoll Shipping является владельцем этих кораблей, которые относятся к классу MC.

К MC классу относится недавно разработанный проект судна для перевозки технологических модулей. Он разработан с особым акцентом на большую мощность балласта, низкий расход топлива, высокая скорость обслуживания и малоинерционное поведением на море, что обеспечивает более низкие силы ускорения на груз. Инновационный дизайн корпуса в сочетании с конфигурацией двигательной системы обеспечивает безопасную, надежную и быструю доставку груза.

Суда голландского флага MC класса специально разработаны, чтобы доставлять модули и оборудование для крупных проектов и хорошо подходит для маршрутов в отдаленные районы, такие как Арктика, а также с конечной точкой непосредственно в море.

Суда строятся на класс 1A Ice и полностью готовы к оснащению системой динамического позиционирования DP2.

Суда этой серии рассчитаны на температуры до - 39 °С. Грузоподъемность корабля -21 тыс т. Размер транспортировочной палубы - 125 X 42 м.

Напомним, что в июле 2014 г Yamgaz подписал договор с китайская Offshore Oil Engineering на изготовление оборудования по сжижению природного газа на сумму 1,6 млрд долл США.

Для транспортировки этого оборудования отлично подходят суда класса MC. BigRoll Barentsz и BigRoll Bering были заказаны BigRoll Shipping в 2013 г с поставкой в конце 2015 г и в начале 2016 г, соответственно.

Два других судна, которые будут названы BigRoll Baffin и BigRoll Beaufort, были заказаны в декабре 2014 со сроком сдачи в середине 2016 и в начале 2017.

2.2.10. Головное судно - тяжеловоз класса МС, построенное компанией Cosco Dalian Shipyard Co. Ltd , передано заказчику

Головное судно тяжеловоз класса МС, построенное компанией Cosco Dalian Shipyard Co. Ltd , 08.04.2016 было передано заказчику - компании BigRoll Shipping.

Как сообщается, компания BigRoll заключила многолетний контракт с «Ямгаз», консорциумом, созданным компаниями Technip, JGC Corporation и Chiyoda, по которому судно в рамках проекта «Ямал-СПГ» будет доставлять крупные модули для строительства СПГ-завода НОВАТЭКа на полуострове Ямал.

Напомним, что судно «BigRoll Barentsz» является головным в серии из четырех судов, которая будет построена компанией Cosco Dalian Shipyard Co. Ltd. Суды класса МС могут работать при температурах минус 55 градусов Цельсия. Следующим проект «Ямал-СПГ» получит судно «BigRoll Bering», которое будет сдано в эксплуатацию в мае текущего года. Остальные два придут к месту строительства завода во второй половине 2016-го и в начале 2017 года

На строительстве «Ямал-СПГ» начал работать первый BigRoll. Проект «Ямал-СПГ» получил первое судно для транспортировки крупногабаритного оборудования — BigRoll Barentsz. Его владелец, компания BigRoll заключила многолетний контракт с «Ямгаз», консорциумом, созданным компаниями Technip, JGC Corporation и Chiyoda.

Этот консорциум занимается доставкой крупных модулей для строительства СПГ-завода НОВАТЭКа на полуострове Ямал, передает информресурс LNG World News. Всего на верфи Cosco Dalian Shipyard будет

построено четыре однотипных судна, BigRoll Barentsz — головной корабль в серии.

Суда этого типа могут работать при температурах минус 55 градусов Цельсия. Следующим проект «Ямал-СПГ» получит судно BigRoll Bering, которое будет сдано в эксплуатацию в мае текущего года. А остальные два придут к месту строительства завода во второй половине 2016-го и в начале 2017 года.

Между тем в настоящее время на Выборгском судостроительном заводе строится для НОВАТЭКа первый в мире ледокол на СПГ-топливе. Двигательная установка для него разработана финской компанией Wärtsilä, одним из мировых лидеров СПГ-двигателестроения.

Судно строится от по заказу ФГУП «Атомфлот», предприятия Росатома. Контракт с Wärtsilä на поставку двигательной установки был подписан в сентябре текущего года. После спуска на воду ледокол будет передан проекту «Ямал-СПГ».

Ледокол Aker ARC 124 будет снабжен тремя 8-цилиндровыми двигателями Wärtsilä 31. Установка получит также средства онлайн-контроля, что позволит следить за их работой удаленно.

3. Метод решения транспортной задачи морской транспортировке СПГ

Решение практикоориентированных транспортных задач по темам, касающимся морской транспортировки сжиженного природного газа (СПГ) является эффективным путем развития компетенций студентов, направленных на оценку экономической и технологической эффективности проектов строящихся объектов или же модернизации уже существующих. На производстве от специалиста часто требуется не только знание технологии и особенностей транспортировки, но и умение быстро решать задачи по заранее разработанным алгоритмам.

В настоящее время, как в России, так и по всему миру особо востребованной является способность молодого специалиста оценивать экономические составляющие реализации тех или иных проектов, при этом зная лишь общие детали. Важно понимать, зависимость тех или иных параметров от различных факторов, влияющих на экономическую эффективность производства и на технологический процесс в целом.

Исходя из актуальности данного вопроса, в качестве задания для преддипломной практики было выбрано составление методики решения стандартизированных транспортных задач по дисциплинам, связанным с морской транспортировкой СПГ.

Как правило, исходными данными для транспортных задач являются пункт назначения и пункт отправления. Все остальные данные, такие как расстояние, экономичная скорость, продолжительность плавания и т.п. являются либо справочными, либо вычисляемыми по формулам.

Цель решения транспортной задачи – рассчитать наиболее выгодный вариант транспортировки СПГ из точки А в точку Б, принимая во внимание вместимость танкеров и их технологические особенности.

3.1. Транспортные задачи по морской транспортировке СПГ

При решении транспортных задач по дисциплинам морской транспортировки СПГ необходимо понимать, что одного единственного

решения, чаще всего, добиться сложно. Вариантов развития событий может быть очень много. Здесь встает вопрос оптимизации принятых решений и, как правило, при выборе правильного критерия оптимизации, существует возможность найти вариант, подходящий для данной ситуации в данный момент времени.

Также, стоит отметить дифференциальность полученного решения. В связи с нестабильностью экономической ситуации как в РФ, так и во всем мире, рентабельность тех или иных морских перевозок может значительно видоизменяться в зависимости от времени.

3.2. Пример решения транспортной задачи

3.2.1. Проведение расчетов

Пусть дан исходный пункт – порт Мурманск. При заданных объемах перевозки СПГ (таблица 18) рассчитать оптимальный вариант состава флота для морской транспортировки сжиженного газа по заданным направлениям.

Таблица 18 Заданный сценарий транспортной задачи

	Импортные портовые комплексы в зоне конкурентноспособности		
	Isle of Grain, Лондон	Cove Point, Балтимор	Port Arthur, Луизиана
Объем перевозки по направлениям, млрд ст м ³ /год	0,00	4,01	14,53

Первоначально, необходимо найти расстояние от порта Мурманск до пунктов назначения при следовании морским путем. Данная величина является постоянной для каждого порта отдельно и рассчитывается с помощью компьютерного программного обеспечения.

Экономичная скорость в условиях данной задачи принимается 19,5 узлов. Эти исходные данные, а также технологические параметры портовых комплексов сведены в таблицу 19.

Таблица 19 Исходные данные для решения транспортной задачи

Параметр		Cove Point	Port Arthur	Мурманск
Расстояние от порта Мурманск, морских миль		4276	5756	-
Экономичная скорость, узлов		19,5	19,5	-
Период навигации, суток		365	365	365
Количество терминалов, шт.		2	2	2
Пропускная способность приемного портового комплекса, млрд ст футов ³ /год		1,5	1,5	1,77
Ограничения портовых комплексов по приему судов	Грузовместимость, тыс. тонн СПГ	145	250	220
	Длина, м	300	350	315
	Ширина, м	49	55	55
	Осадка, м	11,5	12,0	13,7
Производительность загрузочной системы транспортных узлов экспортного портового комплекса, тыс м ³ СПГ/сут.		-	-	480
Среднегодовые значения коэффициента использования бюджета рабочего времени транспортных узлов портовых комплексов по метеорологическим причинам		0,95	0,70	0,85

Для вычисления параметров, необходимых для оптимизации состава флота, также нужно знать параметры танкеров. Параметры танкеров сведены в таблицу 20.

Таблица 20 Параметры СПГ-танкеров

Параметр	Значение
Грузовместимость танкеров, тыс. т	144
	153
	177
	215

Коэффициент предела заполнения грузового танкера	0,985
Коэффициент, учитывающий ежесуточное испарение газа в грузе, в зависимости от объема газа в танкере, %	0,15
Время стоянки танкеров у причалов на предзагрузочных и послезагрузочных операциях, суток	0,25
Время эксплуатации танкера в год, суток	300

Первоначально необходимо определиться с продолжительностью плавания $T_{пл}$, расчетным ходовым временем $T_{ход}$ и, в итоге, с расчетным временем рейса T_p , вычисляемым по формулам 1-3.

$$T_{пл} = \frac{S}{v_{эк}}, \quad (1)$$

$$T_{ход} = \frac{T_{пл}}{24}, \quad (2)$$

$$T_p = 2 \cdot T_{ход} + T_{стоянки} + 0,375, \quad (3)$$

где S – расстояние от исходного порта в порт назначения;

$v_{эк}$ – экономичная скорость;

$T_{стоянки}$ – время стоянки танкеров у причалов на предзагрузочных и послезагрузочных операциях;

0,375 – поправочный коэффициент.

Проводим расчет по формулам 1-3 для Cove Point:

$$T_{пл} = \frac{4276}{19,5} = 279,28 \text{ ч.},$$

$$T_{ход} = \frac{279,28}{24} = 11,64 \text{ сут.},$$

$$T_p = 2 \cdot 11,64 + 0,25 + 0,375 = 23,91 \text{ сут.}$$

Для Port Arthur расчет проводится аналогично. Результаты сведены в таблицу 21:

Таблица 21 Результаты расчетов для Cove Point и Port Arthur

Параметр	Cove Point	Port Arthur
Продолжительность плавания, ч.	279,28	295,18
Расчетное ходовое время, сут.	9,14	12,30
Расчетное время рейса, сут.	18,90	25,22

Далее идет расчет характеристик, индивидуальных для каждого танкера в отдельности, в зависимости от его грузовместимости и других параметров.

Эффективная грузовместимость танкера, $V_{эф}$, учитывает его предельное заполнение и вычисляется по формуле 4:

$$V_{эф} = V \cdot \eta, \quad (4)$$

где V – грузовместимость танкера;

η – коэффициент предела заполнения грузового танка.

Для танкера грузовместимостью 144 тыс. т:

$$V_{эф} = 144 \cdot 0,985 = 141,84 \text{ тыс. т}$$

Количество отпарного газа рассчитывается за рейс по формуле 5:

$$V_{отп} = T_{ход} \cdot V_{эф} \cdot \omega, \quad (5)$$

где ω – коэффициент, учитывающий ежесуточное испарение газа в грузе, в зависимости от объема газа в танкере.

Для танкера грузовместимостью 144 тыс. т в рейсе до Cove Point:

$$V_{омп} = 9,14 \cdot 141,84 \cdot \frac{0,15}{100} = 1,94 \text{ тыс. т}$$

Количество СПГ, перевезенного за один рейс, без учета балласта 5 %, $V'_{СПГ}$ рассчитывается по уравнению 6, а с учетом балласта, $V_{СПГ}$, – по формуле 7.

$$V'_{СПГ} = V_{эф} - V_{омп}, \quad (6)$$

$$V_{СПГ} = V'_{СПГ} - 5 \%, \quad (7)$$

где 5 % – среднее процентное содержание балластного газа.

Для танкера грузовместимостью 144 тыс. т в рейсе до Cove Point производим расчет:

$$V'_{СПГ} = 141,84 - 1,94 = 139,90 \text{ тыс. т},$$

$$V_{СПГ} = 139,90 - 139,90 \cdot 0,05 = 132,90 \text{ тыс. т}$$

Максимально возможное за один календарный период количество рейсов вычисляется исходя из времени эксплуатации танкера в год и продолжительности одного рейса (уравнение 8).

$$N = \frac{T_{экспл}}{T_p}, \quad (8)$$

где $T_{экспл}$ – время эксплуатации танкера в год.

Для танкера грузовместимостью 144 тыс. т в рейсе до Cove Point производим расчет:

$$N = \frac{300}{18,90} = 15 \text{ рейсов}$$

Исходя из вычисленных ранее данных, по формуле 9, находится количество СПГ, перевезенного одним танкером за один календарный период, $V_{СПГ1}$.

$$V_{СПГ1} = V_{СПГ} \cdot N \quad (9)$$

где N – округленное значение количества рейсов в год.

Для танкера грузоместимостью 144 тыс. т в рейсе до Cove Point производим расчет:

$$V_{СПГ1} = 132,90 \cdot 15 = 1993,52 \text{ тыс. т}$$

В соответствии с единицами измерения, в которых проводился расчет, необходимо привести найденное значение $V_{СПГ1}$ к млрд ст. м³. При расчете в тыс. тонн СПГ, необходимо пользоваться переводными коэффициентами перевода из массовых единиц в объемные. В данном случае, в качестве переводного коэффициента может быть использована статистически усредненная константа регазификации по стандартам British Petroleum (BP), которая составляет $\chi = 0,73 \cdot 10^{-3}$ т/ст. м³.

В таблице 22 сведены результаты вычислений для танкеров для рейсов до Cove Point и Port Arthur танкеров грузоместимостью 144, 153, 177 и 215 тыс. т.

Таблица 22 Результаты вычислений

Характеристика	Рассчитанное значение			
	144,0 тыс. т	153,0 тыс. т	177,0 тыс. т	215,0 тыс. т
Эффективная грузоместимость танкеров, тыс. т:	141,84	150,705	174,345	211,775
Количество отпарного газа за один рейс:				
Cove Point	1,94	2,07	2,39	2,90
Port Arthur	2,62	2,78	3,22	3,91
Количество СПГ, перевезенного за один рейс (без учета балласта 5%):				

Cove Point	139,90	148,64	171,96	208,87
Port Arthur	139,22	147,92	171,13	207,87
Количество СПГ, перевезенного за один рейс с учетом балласта 5%):				
Cove Point	132,90	141,21	163,36	198,43
Port Arthur	132,26	140,53	162,57	197,47
Количество рейсов, максимально возможное за один календарный период:				
Cove Point	15	15	15	15
Port Arthur	11	11	11	11
Количество СПГ, перевезенного одним танкером за один календарный период с учетом балласта 5%):				
Cove Point, тыс. т	1993,52	2118,11	2450,37	2976,43
Port Arthur, тыс. т	1454,88	1545,81	1788,29	2172,22
Cove Point, млрд ст. м ³	1,455	1,55	1,79	2,17
Port Arthur, млрд ст. м ³	1,06	1,13	1,31	1,59

Исходя из полученных данных, необходимо провести расчет и оптимизацию состава флота для транспортировки СПГ.

3.2.2. Задача оптимизации

Целевая функция задачи оптимизации формируется из количества танкеров, необходимого для отгрузки всего объема СПГ. Критерием оптимальности в данном случае является минимальное количество неотгруженного СПГ из исходного терминала.

Количество танкеров в год вычисляется по уравнению 10:

$$N_m = \frac{V_{год}}{V_{СПГ1}}, \quad (10)$$

где $V_{\text{год}}$ – исходный необходимый объем перевозки в год по заданному сценарию транспортной задачи.

Рассмотрим четыре варианта состава флота и сведем их в таблицу 23.

Таблица 23 Различные варианты состава флота

Грузовместимость танкера, тыс. т	144,0	153,0	177,0	215,0
Варианты:	Количество танкеров в порт			
Вариант 1:				
Cove Point	3	0	0	0
Port Arthur	0	0	0	10
Вариант 2:				
Cove Point	0	3	0	0
Port Arthur	0	0	0	10
Вариант 3:				
Cove Point	3	0	0	0
Port Arthur	0	0	12	0
Вариант 4:				
Cove Point	0	3	0	0
Port Arthur	0	0	12	0

Ограничения по целевой функции в данном случае задаются вручную. Главное ограничение в решении транспортных задач – ограничение регазификационных терминалов по геометрическим параметрам танкеров, а также по их грузовместимости. Так, например, варианты 2 и 4 в условиях данной задачи можно исключить исходя из ограничения по грузовместимости терминала Cove Point.

Также, если заданы геометрические параметры танкеров, важно учитывать ограничения и по ним. Одним из важнейших параметров танкера является усадка. Игнорирование данного параметра может являться причиной попадания танкера на мель вблизи терминала, что является недопустимым в загруженном порту.

Составим графики, отражающие количество отгруженного СПГ для каждого из терминалов согласно каждому из вариантов (рисунки 59-60).

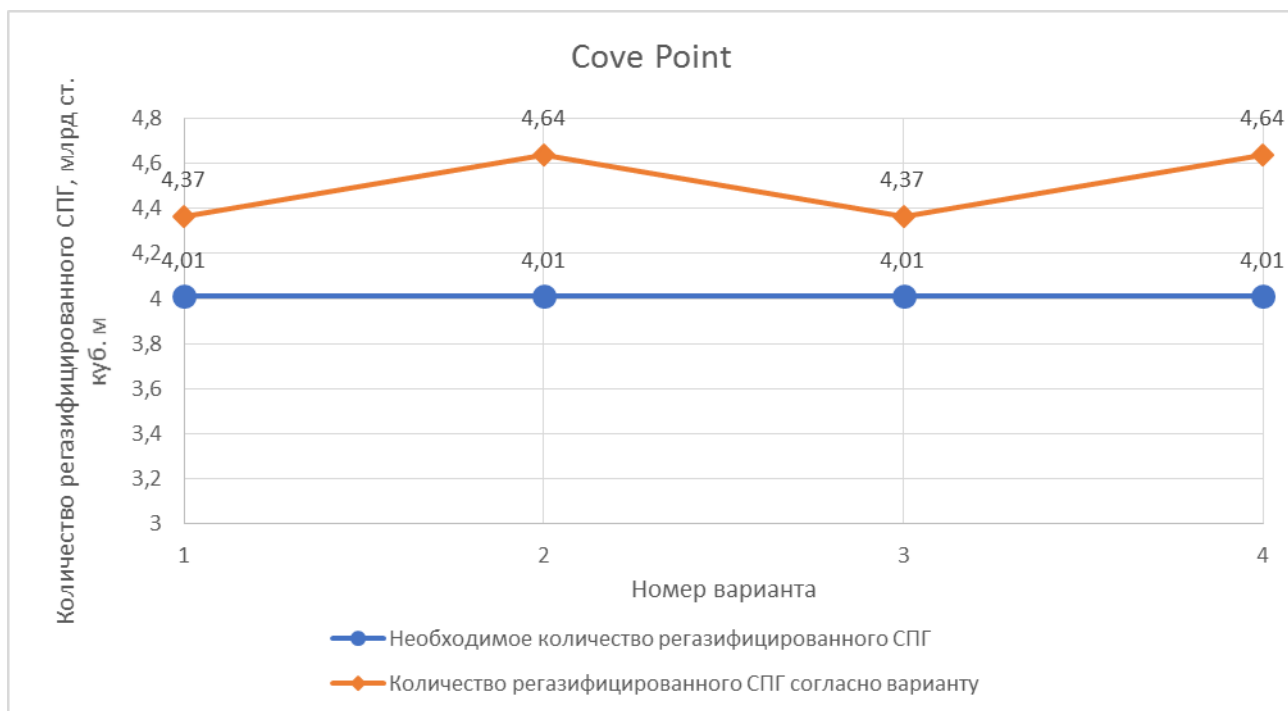


Рисунок 59 График для Cove Point

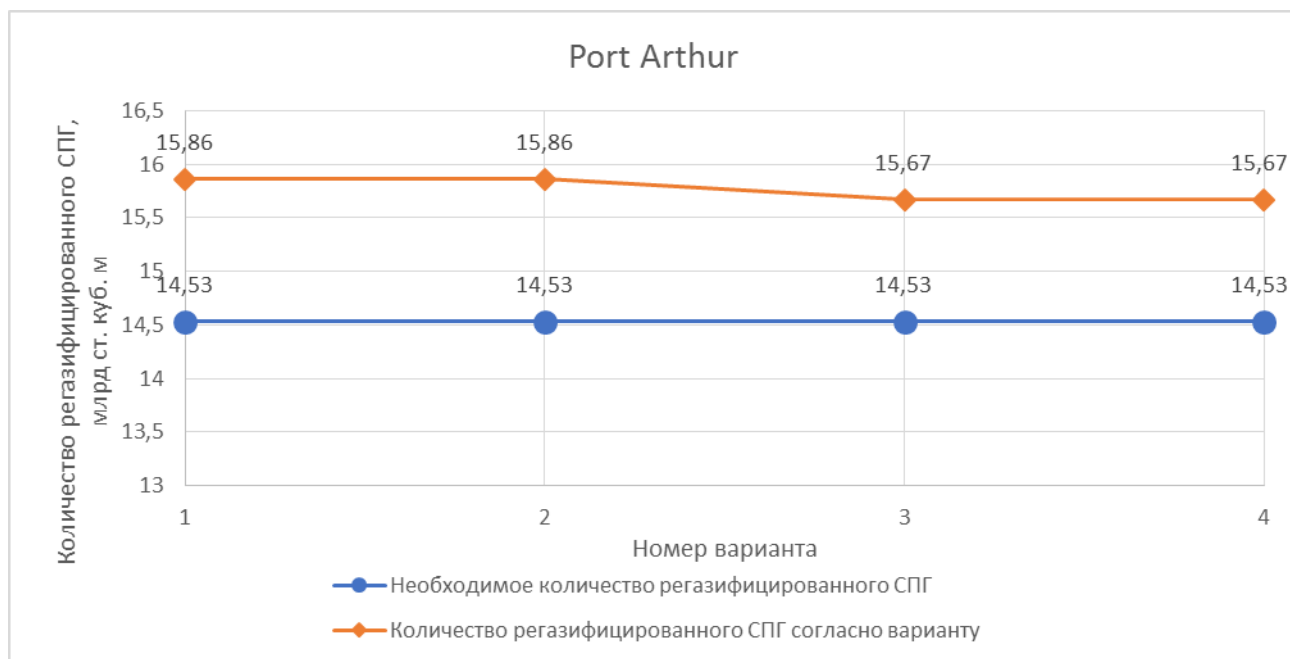


Рисунок 60 График для Port Arthur

Графики показывают, что вариант №3 предпочтительнее, т.к. предполагает наименьшее количество неотгруженного СПГ.

3.2.3. Вывод

В ходе преддипломной практики была составлена методика решения стандартизированных транспортных задач по дисциплинам, связанным с морской транспортировкой СПГ. Были приведены основные расчетные формулы для решения задач, а также решен типовый пример транспортной задачи морской транспортировки СПГ из порта Мурманск в СПГ-терминалы, расположенные в Балтиморе и Луизиане.

В ходе оптимизации решения транспортной задачи с критерием оптимальности – количеством неотгруженного СПГ по целевой функции – составу флота танкеров СПГ, был сделан вывод о предпочтительности варианта №3: 3 танкера грузоместимостью 144 тыс. т в Cove Point и 12 танкеров вместимостью 177 тыс. т в Port Arthur.

Для практической подготовки студентов по данной методике в приложении А приведены индивидуальные варианты для решения. В ходе решения подобных задач у студентов развивается представление об оптимизационных задачах, которые ежедневно встают перед инженерами как в газовой, так и в любой другой отрасли промышленности.

Стоит отметить, что такой путь решения является типовым и не может учитывать индивидуальных особенностей тех или иных конкретных кейсов. На приведенной базе можно использовать различные поправочные коэффициенты, нивелирующие такие индивидуальные особенности, как погодные условия, время навигации, годовой ресурс использования танкеров и терминалов и т.п.

Список литературы

1. «Shipping and shipbuilding market annual review 2009». Barry Rogliano Sales
2. «Shipping and shipbuilding market annual review 2010». Barry Rogliano Sales
3. «Shipping and shipbuilding market annual review 2011». Barry Rogliano Sales
4. Данные специализированного периодического издания по судоходству и судостроению лондонской аналитической компании "Clarkson Research Services", 2012 г
5. Финансовый отчет Stena AB за 2011 год.
http://www.stena.com/Documents/StenaAB_2011_EN_FR.pdf
6. Kawasaki URA Reheat Turbine Plant for LNG Carriers.
<http://www.khi.co.jp/english/rd/tech/166/ne166tr02.html>
7. Официальный сайт Teekay LNG.
<http://www.teekay.com/business/gas/Gas-News-Archives/Gas-News-Details/2011/Teekay-Celebrates-the-Formal-Delivery-of-LNG-Vessels-Lobito-and-Cubal/default.aspx>
8. Gaslog Ltd. Announces New Orders and Charters. Официальный сайт GasLog.
<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=251258&p=irol-newsArticle&ID=1783264&highlight=>
9. Lloyd's List 2012/
http://www.lloydslist.com/ll/news/top100/article413878.ece/BINARY/LL_TOP100_2012+LR+new.pdf
10. Информационный портал "Голос Нигерии"
<http://voicesofnigeria.com/samsung-heavy-industries>
11. Marubeni and SK Shipping to co-own two LNG vessels for long-term charter to TOTAL. Пресс - релиз Marubeni Corporation
<http://www.marubeni.com/news/2013/130415e.html>
12. Информация компании "SHI Wins Order for Two LNG Carriers Worth KRW 462.3 Billion"
http://www.shi.samsung.co.kr/Eng/Pr/news_view.aspx?Page=1&Seq=942&mac=585e6a24decf0c471452ee6527f5ca87
13. Chinese first dual-fuel LNG ship starts construction. China shipping.
http://www.cnss.com.cn/html/2013/DailyCNSS_0419/99938.html
14. MHI Signs Agreement with Mitsui O.S.K. Lines to Build "Sayaendo" New-generation LNG Carrier.
<http://www.mhi.co.jp/en/news/story/1305161661.html>

15. TGE Marine signs contract for 30,000 cbm LNG Carrier. Информация компании TGE Marine. http://www.tge-marine.com/index.php?article_id=158
16. Информация компании KHI. First Order Received for the Newly Developed 182,000 m3 LNG Carrier. http://www.khi.co.jp/english/news/detail/20130604_1e.html
17. Информация компании "K" Line. "K" Line Enters Long-Term Time Charter with Construction of 2 LNG Carriers for Transport of LNG from Ichthys LNG Project http://www.kline.co.jp/en/news/detail/1197569_1997.html
18. Информация компании INPEX. Ichthys LNG Project Secures New Shipping Vessels. <http://www.inpex.co.jp/english/news/pdf/2013/e20130604.pdf>
19. Информация ОАО "Совкомфлот" <http://www.sovcomflot.ru/npage.aspx?did=104478>
20. Информация компании Maran Gas Maritime Inc. <http://www.marangas.com/>
21. Информация компании Teekay LNG Partners L.P. "Exercises Options for Two Additional LNG Newbuildings" <http://www.teekaylng.com/news-and-media/news-releases/news-release-details/2013/Teekay-LNG-Partners-LP-Exercises-Options-for-Two-Additional-LNG-Newbuildings/default.aspx>
22. Информация компании GasLog Ltd. Announces New Orders and Charters http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=251258&p=irol-newsArticle_print&ID=1848055&highlight=
23. Clarkson Hellas S&P Weekly Bulletin/ Сентябрь 2013.
24. Информация компании Flex LNG. Settlement of Dispute with Samsung Heavy Industries http://www.flexlng.com/publish_files/FLEX_LNG_Announcement_-_Settlement_of_Dispute_With_Samsung_Heavy_Industries_02_Sept_2013.pdf
25. Информация компании HHI "Hyundai Heavy Wins USD 850 Million Order for Moss type LNG Carriers" <http://english.hhi.co.kr/news/view?idx=493¤tPage=1>
26. Информация компании Petronas "Petronas signs lng ship contract with hyundai heavy industries"
27. <http://www.petronas.com.my/media-relations/media-releases/Pages/article/PETRONAS-SIGNS-LNG-SHIP-CONTRACT-WITH-HYUNDAI-HEAVY-INDUSTRIES.aspx>
28. Ультрасовременный газовоз "Великий Новгород" спущен на воду. Официальный сайт ОАО "Совкомфлот". <http://www.sovcomflot.ru/npage.aspx?did=100199>

29. Информация компании GasLog Ltd. "GasLog Ltd. announces delivery of GasLog Shanghai". <http://www.gaslogltd.com/investor-relations/news>
30. Информация компании GasLog Ltd. "GasLog Ltd. announces delivery of GasLog Santiago". <http://www.gaslogltd.com/>
31. Информация компании GasLog Ltd. "GasLog Ltd. announces delivery of GasLog Sydney". <http://www.gaslogltd.com/investor-relations/news>
32. Информация компании GasLog Ltd. "GasLog Ltd. announces delivery of GasLog Skagen". <http://www.gaslogltd.com/investor-relations/news>
33. Информация компании Gazprom Marketing and Trading "Gazprom Marketing and Trading celebrates the completion and delivery of its first newbuilding LNG carrier 'Yenisei River'" <http://www.gazprom-mt.com/WhatWeSay/News/Pages/Gazprom-Marketing-and-Trading-celebrates-the-completion-and-delivery-of-its-first-newbuilding-LNG-carrier-%27Yenisei-River%27.aspx>
34. Информация компании Awilco LNG, PRESS RELEASE: NO. 2/2013
35. Информация компании Kawasaki Heavy Industries, Ltd. "LNG Carrier Grace Dahlia Delivered" http://www.khi.co.jp/english/news/detail/20130930_2e.html
36. Информация компании GM&T "Gazprom Marketing and Trading marks the delivery of Lena River another newbuild LNG carrier this year" <http://www.gazprom-mt.com/WhatWeSay/News/Pages/Gazprom-Marketing-and-Trading-marks-the-delivery-of-Lena-River-another-newbuild-LNG-carrier-this-year.aspx>
37. 1 Официальный сайт I.M. Skaugen
38. http://www.skaugen.com/index.php?option=com_content&view=article&id=144&Itemid=165
39. INEOS Europe and Evergas enter into long-term shipping agreements/ Официальный сайт INEOS. <http://www.ineos.com/News/~//INEOS-Europe-and-Evergas-enter-into-long-term-shipping-agreements/>
40. LNG Tanker CORAL ENERGY completed. Официальный сайт Meyer Neptun Group. http://www.meyerwerft.de/en/meyerwerft_de/medien/presseticker/pressemitteilung_detail_8576.jsp
41. Официальный сайт General Dynamics NASSCO <http://www.nassco.com/>
42. DNV Korea Update No.3. http://issuu.com/dnvkorea/docs/dnv_korea_update_no.3
43. Российский морской регистр судоходства.

44. <http://www.rs-class.org/ru/register/news/detail.php?ID=6189>
45. Информация компании Samsung Heavy Industries
46. Http://www.shi.samsung.co.kr/Eng/Pr/news_view.aspx?Page=1&Seq=881&mac=0020f59204db406d0accdf288e6e47cb
47. Wärtsilä создает СП по производству двигателей для LNG-танкеров. http://www.setcorp.ru/main/pressrelease.phtml?news_id=13821
48. Wärtsilä-Hyundai Engine Company carried out 100th Wärtsilä 50DF engine. http://www.wartsila-hyundai.com/eng/public/public01_read.jsp?num=13&gno=13&page=1&searchOpt=&searchText=
49. Свидетельство о типовом одобрении двухтопливного двигателя внутреннего сгорания Wärtsilä L20DF http://www.rs-head.spb.ru/sto/scan_sto/1105981260.pdf
50. Wärtsilä и Shell подписали соглашение о сотрудничестве в сфере продвижения СПГ-двигателей на американском рынке. <http://oilgasfield.ru/news/oborudovanie/25652.html>
51. Пресс-релиз «Wärtsilä to equip first U.S. flagged LNG Offshore vessel» <http://www.wartsila.com/en/press-releases/wartsila-to-equip-first-us-flagged-lng-offshore-vessel>
52. Wärtsilä Tests New Two-Stroke Dual-Fuel Gas Engine. <http://maritimepropulsion.com/news/w%C3%A4rtsil%C3%A4-tests-new-twostroke-dualfuel-gas-engine-144>
53. Пресс – релиз компании Rolls Roys «Rolls-Royce wins £20m contract to power fuel efficient ferries»
54. http://www.rolls-royce.com/marine/news/2011/20110204_contract_fuel_efficient_ferries.jsp
55. Пресс – релиз компании Rolls Roys «Rolls-Royce to deliver world's first gas power system for tugs»
56. http://www.rolls-royce.com/marine/news/2011/20110204_contract_fuel_efficient_ferries.jsp
57. Пресс релиз компании «Caterpillar». «Caterpillar Announces the Development of High Performance MaK Dual Fuel Engine» Ноябрь 2011 г.
58. «China and Norway towards ships running on LNG».
59. http://www.norway.cn/News_and_events/Business/Maritime-Industry/China-and-Norway-towards-ships-running-on-LNG/
60. Riding the waves of change. DSME IR Report 2012
61. Petrobras Awards Excelerate Energy the Procurement of the VT3 Project, the World's Largest FSRU. Официальный сайт Excelerate Energy.

62. <http://excelerateenergy.com/news/petrobras-awards-excelerate-energy-procurement-vt3-project-world-s-largest-fsru>
63. Excelerate Energy Enters Into a Shipbuilding Option Agreement with DSME for Eight New FSRUs. Официальный сайт Excelerate Energy/
<http://excelerateenergy.com/news/excelerate-energy-enters-shipbuilding-option-agreement-dsme-eight-new-fsru>
64. Golar Secures Chile's First FSRU Award. Официальный сайт Golar LNG.
http://www.golarlng.com/index.php?name=seksjon/Stock_Exchange_Releases/Press_Releases.html&pressrelease=1624765.html
65. FOUR New regasification Vessels. Официальный сайт Hoegh LNG.
<http://www.hoeghlng.com/regas/Pages/New-FSRU-Vessels.aspx>
66. BW signs new-building contract with Samsung Heavy Industries. Официальный сайт BW Maritime.
http://www.bwshipping.com/pages/sub_pages.asp?p=200
67. Козлов А.М., Карпов А.Б. Преддипломная практика: методические указания: учебно-методическое пособие. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2018. - 28 с.
68. Мещерин И.В., Карпов А.Б., Григорьева Н.А. Электронные версии отчетных, проектных и квалификационных работ: Методические указания. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2017. – 14 с.
69. Мещерин, И.В. Газоперерабатывающие предприятия России: Монография / Голубева И.А., Мещерин И.В., Родина Е.В. Под ред. А.Л. Лapidуса. — СПб.: Издательство «Лань», 2018. — 456 с.: ил. — (Учебник для вузов. Специальная литература).
70. Мещерин, И.В. Морская транспортировка природного газа / И.В. Мещерин, И.А. Ким, Н.Н. Чукова и др. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 428 С.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

МЕЩЕРИН ИГОРЬ ВИКТОРОВИЧ

**МОРСКАЯ ТРАНСПОРТИРОВКА СПГ.
РАСЧЕТ ТАНКЕРНОГО ФЛОТА**

В авторской редакции

119991, Город Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1, РГУ
нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, учебно-методическое
управление (900)
