



WWF

2018

А. Ю. КЛИМЕНТЬЕВ, А. Ю. КНИЖНИКОВ

# ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПГ ДЛЯ БУНКЕРОВКИ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РОССИИ



WWF®

2018

# ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПГ ДЛЯ БУНКЕРОВКИ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Москва, 2018 год

Аналитический обзор «Перспективы и потенциал использования СПГ для бункеровки в Арктических регионах России».

Авторы:

*А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников.*

**«Перспективы и потенциал использования СПГ для бункеровки в Арктических регионах России»** / А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников; Всемирный фонд дикой природы (WWF). – М., 2018 – 48 с.

Настоящая работа является второй работой, посвященной оценке возможностей и перспектив использования сжиженного природного газа для бункеровки судов при перевозках в Арктической зоне Российской Федерации.

Корректор: *А. Н. Говоркова*

Дизайн и верстка: *Д. Н. Копейкин*

Фото на обложке: © Александр Скрябин

Все права защищены

© Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018

Издание распространяется бесплатно

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

РЕЗЮМЕ .....	5
ВВЕДЕНИЕ .....	7
Объем работ и географическая зона исследования .....	8
РАЗВИТИЕ БУНКЕРОВКИ СПГ В МИРЕ .....	9
Современное состояние использования СПГ .....	9
Потенциал СПГ для бункеровки в России .....	11
Долгосрочные ожидания и прогнозы .....	17
Схемы бункеровки и классификация бункеровочных центров .....	18
СУДОХОДСТВО И ПЕРЕВОЗКИ В АРКТИКЕ .....	20
ПРОЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА СПГ В АРКТИКЕ .....	28
Камчатка: перевалка СПГ .....	31
Развитие международного сотрудничества .....	33
<i>Норвегия</i> .....	33
<i>США (Аляска)</i> .....	34
Бункеровочные центры в Арктике .....	35
Транспортировка СПГ и суда-газовозы .....	37
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ .....	40
ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	46
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	48

## Список иллюстраций

<b>Рисунок 1.</b> Данные AIS по перемещению судов на СПГ в период с 1 по 11 января 2018 г. ....	9
<b>Рисунок 2.</b> Распределение судов на СПГ по регионам мира .....	9
<b>Рисунок 3.</b> Структура судов на СПГ .....	10
<b>Рисунок 4.</b> Изменение ожиданий перспектив глобального использования СПГ .....	11
<b>Рисунок 5.</b> Требования ИМО к содержанию серы в судовом топливе .....	11
<b>Рисунок 6.</b> Карта размещения российских проектов производства СПГ для бункеровки и районов потенциальной конкурентоспособности российского СПГ в акваториях приграничных морей .....	12
<b>Рисунок 7.</b> Профессор Павловский – первое российское судно для перевода на СПГ .....	15
<b>Рисунок 8.</b> Маршруты движения танкеров компании «Совкомфлот» на СПГ в Балтийском и Северном морях .....	16
<b>Рисунок 9.</b> Роль СПГ в энергическом балансе мирового судоходства в 2050 году .....	17
<b>Рисунок 10.</b> Прогноз объема потребления СПГ для бункеровки .....	17
<b>Рисунок 11.</b> Способы бункеровки судов СПГ .....	18
<b>Рисунок 12.</b> Арктические судоходные маршруты .....	20
<b>Рисунок 13.</b> Динамика перевозок по СМП в 1933-2017 гг., тыс. т .....	21
<b>Рисунок 14.</b> Прогноз структуры грузопотока в географической зоне исследования .....	24
<b>Рисунок 15.</b> Прогноз структуры грузопотока в географической зоне исследования (млн тонн) .....	27
<b>Рисунок 16.</b> Карта размещения СПГ-проектов в Арктике .....	29
<b>Рисунок 17.</b> Карта размещения возможных производств СПГ и бункеровочных центров на протяжении СМП .....	31
<b>Рисунок 18.</b> Перегрузочный комплекс СПГ на полуострове Камчатка .....	32
<b>Рисунок 19.</b> Система инфраструктуры для СПГ бункеровки в районе границы России с Норвегией и завод СПГ в Хаммерфесте .....	33
<b>Рисунок 20.</b> Схема проекта «Аляска СПГ» .....	34
<b>Рисунок 21.</b> Схема ожидаемых грузопотоков в Арктике после 2030 года .....	40

## Список таблиц

<b>Таблица 1.</b> Проекты производства СПГ в России для бункеровки .....	12
<b>Таблица 2.</b> Проекты использования судов на СПГ в России .....	13
<b>Таблица 3.</b> Сравнение использования СПГ на маршруте Усть-Луга/Приморск - Вильгельмсхафен/Роттердам-Усть-Луга/Приморск .....	16
<b>Таблица 4.</b> Основные характеристики портовых операций в области СПГ-бункеровки .....	19
<b>Таблица 5.</b> Внутренние и международные транзитные перевозки через СМП .....	22
<b>Таблица 6.</b> Имеющиеся и планируемые проекты по производству СПГ .....	28
<b>Таблица 7.</b> График ввода мощностей по производству СПГ (тыс. тонн) .....	30
<b>Таблица 8.</b> Оценка емкости береговых и плавучих терминалов СПГ в Арктике .....	36
<b>Таблица 9.</b> Параметры газозовозов, проектируемых для перевозки газа и бункеровки российскими компаниями .....	37
<b>Таблица 10.</b> Перечень действующих малотоннажных судов СПГ и этановозов .....	38
<b>Таблица 11.</b> Средняя скорость движения судов в зависимости от ледовых условий .....	41
<b>Таблица 12.</b> Сплоченность льда .....	42
<b>Таблица 13.</b> Максимальная толщина и преимущественная форма льда .....	42
<b>Таблица 14.</b> Потребность топлива и выбросы в атмосферу при перевозках с промышленных проектов Арктики в 2030 г. (условия зима-весна) .....	43
<b>Таблица 15.</b> Протяженность маршрутов вывоза продукции основных промышленных проектов в Арктике .....	44
<b>Таблица 16.</b> Сезонность и направления поставки продукции основных промышленных проектов в Арктике .....	45

# РЕЗЮМЕ

*Напрасно строгая природа  
От нас скрывает место входа  
С берегов вечерних на восток.  
Я вижу умными очами:  
Колумб российский между льдами  
Спешит и презирает рок.*

*М. В. Ломоносов*

*«Ода на торжественный день восшествия на  
Всероссийский престол Ея Величества Великия  
Государыни Императрицы Елисаветы Петровны  
Ноября 25 дня 1752 года»*

*Там мерзлыми шумит крилами  
Отец густых снегов — Борей  
И отворяет ход меж льдами  
Дать воле путь в восток Твоей,  
Чтоб Хины, Инды и Японы  
Подверглись под Твои законы.*

*М. В. Ломоносов*

*«Ода всепресветлейшему державнейшему вели-  
кому государю императору Петру Феодоровичу  
Самодержцу Всероссийскому...», 1762 г.*

Настоящая работа является второй по счету, посвященной оценке возможностей и перспектив использования сжиженного природного газа в качестве судового топлива для организации пассажирских и грузовых перевозок в Арктической зоне Российской Федерации.

Первое исследование вышло летом 2017 года и стало первым исследованием по использованию СПГ в макрорегионе, в котором судоходство осуществляется как в прибрежных водах, так и для транзитных перевозок между Европой и Азией.

## Сокращения и обозначения

<b>ECA</b>	emission control area (зона контроля выбросов в атмосферу)
<b>FLNG</b>	floating LNG (плавучий завод СПГ)
<b>FSRU</b>	floating storage and regasification unit (плавучая установка хранения и регазификации СПГ)
<b>FSU</b>	floating storage unit (плавучая установка хранения СПГ)
<b>FPGU</b>	floating power generating unit (плавучая электростанция)
<b>СПГ</b>	сжиженный природный газ
<b>СПХР</b>	система приема, хранения и регазификации
<b>СУГ</b>	сжиженные углеводородные газы
<b>ДТ</b>	дизельное топливо
<b>СМП</b>	Северный морской путь
<b>ПЛЭС</b>	плавучая электростанция
<b>ОГТ</b>	основание гравитационного типа

## Таблица пересчета часто используемых величин

из \ в	млрд м <sup>3</sup>	млрд фут <sup>3</sup>	млн т СПГ	трлн Btu
1 млрд м <sup>3</sup>	1	35,3	0,73	38,8
1 млрд фут <sup>3</sup>	0,028	1	0,021	1,1
1 млн т СПГ	1,38	48,7	1	51,9
1 трлн Btu	0,028	0,98	0,02	1

Источник информации: «The Global Liquefied Natural Gas Market: Status and Outlook», December 2003, Energy Information Administration

Теплота сгорания, СПГ	кВт ч/кг	13,9
	ккал/кг	11 500
	кВт ч/м <sup>3</sup>	5 833
Плотность СПГ, - 161° С, 1 атм	кг/м <sup>3</sup>	420
СПГ в газ	л/м <sup>3</sup>	0,58
СПГ в газ	кг/м <sup>3</sup>	1,4
Плотность метана, 0°С 1 атм	кг/м <sup>3</sup>	0,72
Плотность метана, 15 °С 1 атм	кг/м <sup>3</sup>	0,68

## В расчетах использованы следующие соотношения:

₽/\$	65
узел/км в час	1,852
морская миля/км	1,852

## ВВЕДЕНИЕ

---

В мире постоянно растет уверенность в том, что СПГ кардинально изменит мировое судоходство, как в прибрежных водах, так и на магистральных океанских линиях.

Российская Федерация не смотрит на происходящее со стороны. В 2018 году Hyundai Samho завершило строительство первого танкера типа Амрамакс для компании «Совкомфлот».<sup>1</sup> Российское государство в лице Министерства промышленности и торговли выделило 720 млн ₽ для перевода научно-исследовательского судна «Профессор Павловский» на СПГ и создания опытного судна-бункеровщика СПГ. Ожидается, что «Совкомфлот» и «Роснефть» после 2022 года будут эксплуатировать 16 нефтяных танкеров, использующих СПГ.

В декабре 2017 года газовоз «Кристоф де Маржери» получил первый груз СПГ с «Ямал СПГ» и доставил его потребителю. Успешное развитие проекта «Ямал СПГ» повышает оптимизм в отношении экономического развития Арктики и надежности Северного морского пути (СМП) как транспортной магистрали.

В результате на СМП вышло два рудных проекта: разработка Томторского месторождения редкоземельных металлов и разработка месторождения меди Песчанка (Баимская площадь). При этом «Ямал СПГ» к 2020 году пополнится 4-й очередью СПГ, которую «НОВАТЭК» планирует построить с использованием собственных технологий сжижения. В стратегии «НОВАТЭК», представленной в декабре 2017 года, заявлено о готовности запустить 2–3 линии по производству СПГ в дополнение к проектам «Ямал СПГ» и «Арктик СПГ 2». Вполне вероятно, что это будут 4–5 линии «Арктик СПГ 2». В результате производство СПГ в Арктике может вырасти до 50 млн тонн к 2030 году.

Новые проекты и новые ожидания привели к корректировке прогнозов грузопотока в Арктике ГК «Росатомфлота», которые достигли 120 млн тонн к 2030 году. Оценка транзитного потенциала СМП, проведенного по поручению Президента РФ В. В. Путина, показала потенциал перевозки 450 тыс. TEU.

В 2017 году вышла первая официальная оценка грузопотока со стороны Министерства природных ресурсов Российской Федерации, а Министр С. Е. Донской заявил о необходимости развития экологически чистого судоходства («гриншипинг») в Арктике.

Существенное изменение прогнозов грузопотоков потребовало пересмотра оценки потенциала СПГ, проведенного в аналитическом обзоре «Перспективы и возможности использования СПГ для бункеровки

---

<sup>1</sup> <http://sudostroenie.info/novosti/22903.html>

в арктических регионах России», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников, А. Ю. Григорьев, WWF, 2017.

Настоящая работа является третьей в серии, посвященной потенциалу использования и экологическим преимуществам СПГ в российской Арктической зоне и второй работой по бункеровке СПГ в Арктике.

## Объем работ и географическая зона исследования

Проведена оценка возможности использования СПГ для бункеровки судов. Проведена оценка экологических последствий использования СПГ в качестве бункерного топлива. В мире рассматривается и оценивается целый перечень альтернативных решений для морского транспорта:

- метанол;
- DME;
- водород;
- электричество;
- биоСПГ;
- биодизель и т.п.

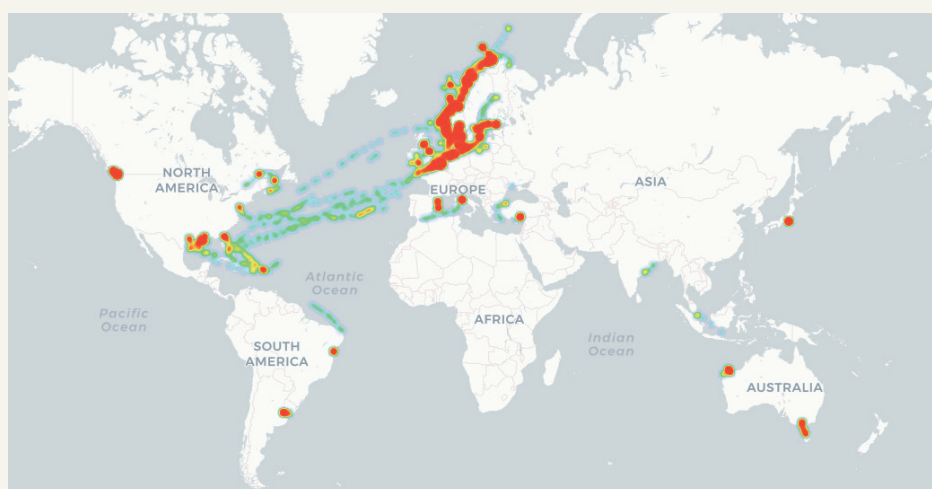
В настоящем исследовании мы не оцениваем возможность использования подобных топлив по причине отсутствия производства в рассматриваемом районе и отсутствия планов, стратегий, концепций, программ, при реализации которых подобное производство могло бы появиться.

Исследование охватывает часть Арктической зоны Российской Федерации, включающую зону Северного морского пути и прилегающее к нему Баренцево море.

# РАЗВИТИЕ БУНКЕРОВКИ СПГ В МИРЕ

## Современное состояние использования СПГ

Использование СПГ в качестве бункерного топлива распространяется по всему миру. Оценивается, что в 2017 году объем потребления СПГ составил 500 тыс. тонн.



**Рисунок 1.**

Данные AIS по перемещению судов на СПГ в период с 1 по 11 января 2018 г.

Источник информации: DNV-GL

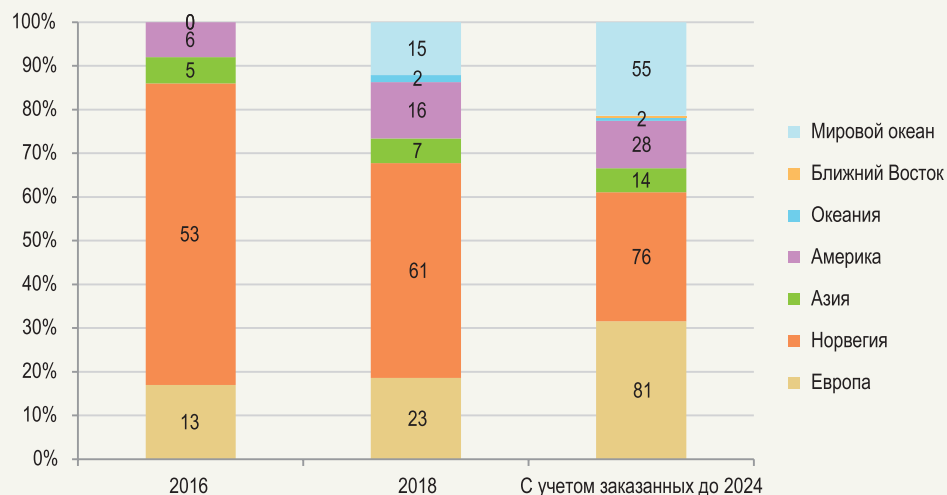
Лидером в использовании СПГ остается Норвегия, и хотя доля судов, эксплуатируемых в Норвегии, снизилась с 68 до 50%, общее количество судов на СПГ в этой стране увеличилось с 53 (март 2016) до 61 единицы (июль 2018 г.).

Большую роль в этом играет международное регулирование и введение зоны ЕСА Балтийского и Северного морей. В результате наибольший прирост судов на СПГ происходит в Европе.

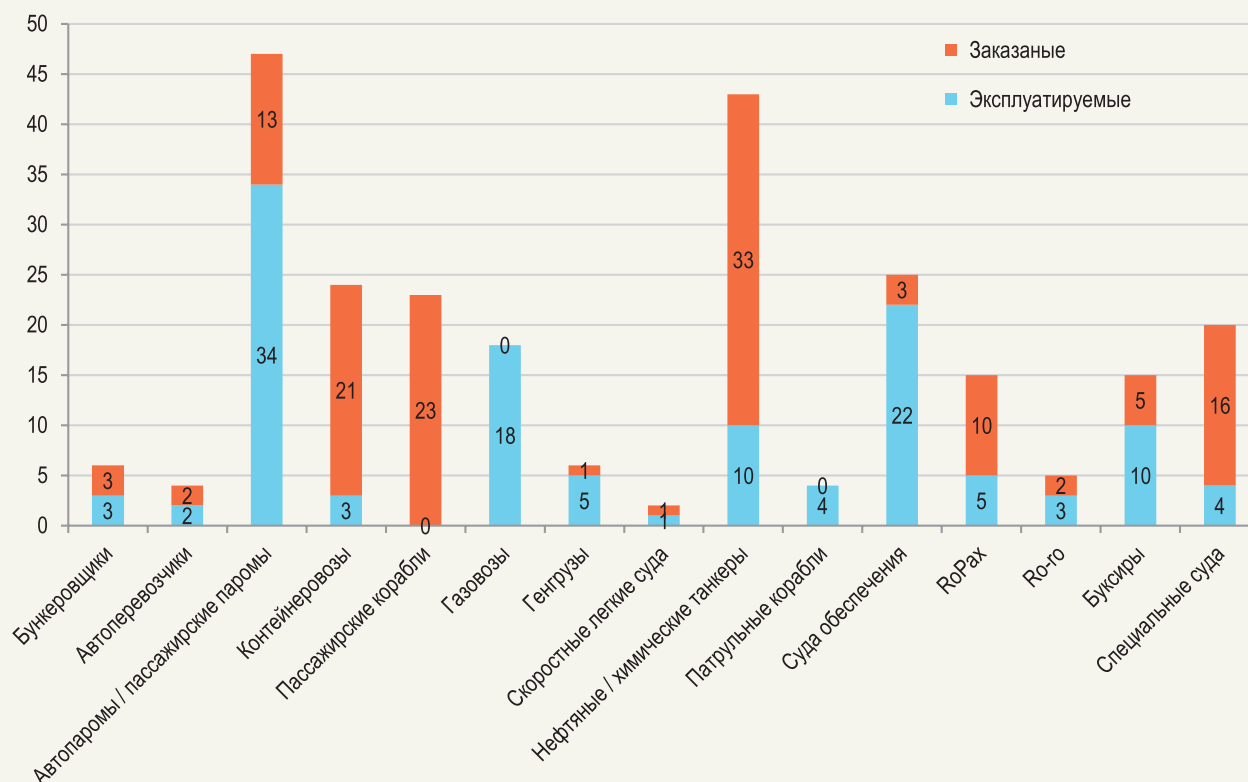
**Рисунок 2.**

Распределение судов на СПГ по регионам мира

Источник информации: DNV-GL



Анализ структуры судов, использующих СПГ, показывает, что в сегменте автопаромов и пассажирских задействовано наибольшее количество судов, и в ближайшее время такая ситуация сохранится.



**Рисунок 3.**  
Структура судов на СПГ  
Источник информации:  
DNV-GI

Наиболее стремительный рост ожидается в сегменте танкерных перевозок нефти и химических продуктов. При этом в общем приросте в 36 танкеров, заказы на которые размещены, 11 единиц приходится на российских заказчиков — «Роснефть» и «Совкомфлот». В 2018 году «Роснефть» дополнительно заказала еще 5 танкеров на СПГ на верфи «Звезда».

По данным DNV в 2018 году «Совкомфлот» получит 2 танкера на СПГ, в 2019 году — плюс 4. Ожидается, что «Роснефть» начнет эксплуатацию 10 танкеров на СПГ после 2022 года.

Сохраняющееся различие в стоимости СПГ и нефтяных топлив, последовательная политика по стимулированию использования СПГ для бункеровки и ужесточение экологических требований поддерживают стабильно высокий уровень ожиданий в отношении перспектив СПГ на глобальном рынке судоходства.

Тем не менее, скорость проникновения СПГ на рынок несколько замедлилась, что связано со снижением цены на нефть и последующим сокращением ценовой разницы между СПГ и низкосернистыми нефтяными топливами.

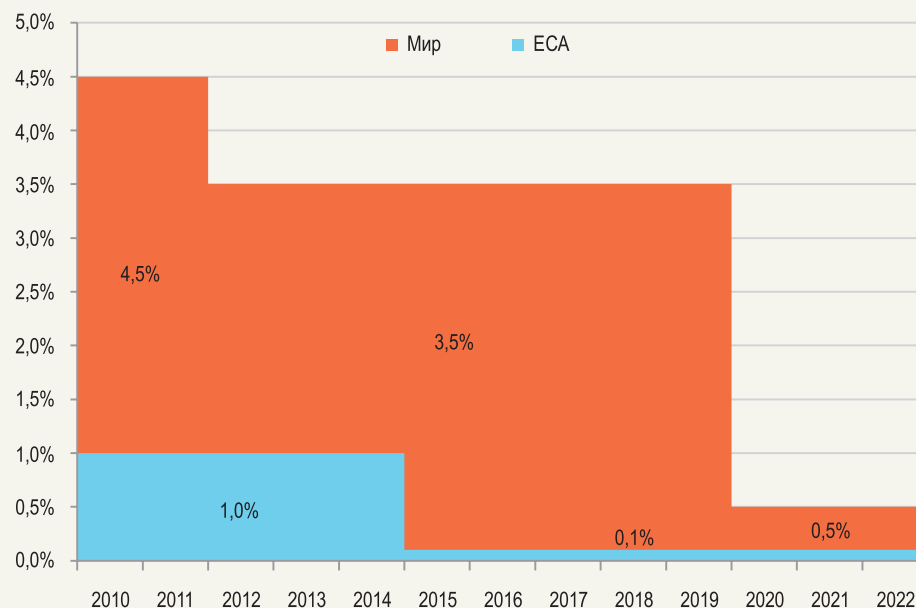
**Рисунок 4.**  
Изменение ожиданий перспектив глобального использования СПГ

Источник информации:  
LNG Bunkering Summit  
2018



На темпы внедрения СПГ оказывало влияние предположение, что IMO может перенести сроки введения ограничений содержания серы в топливах, но срок введения остался прежним — с 2020 года.

**Рисунок 5.**  
Требования IMO к содержанию серы в судовом топливе  
Источник информации:  
IMO



## Потенциал СПГ для бункеровки в России

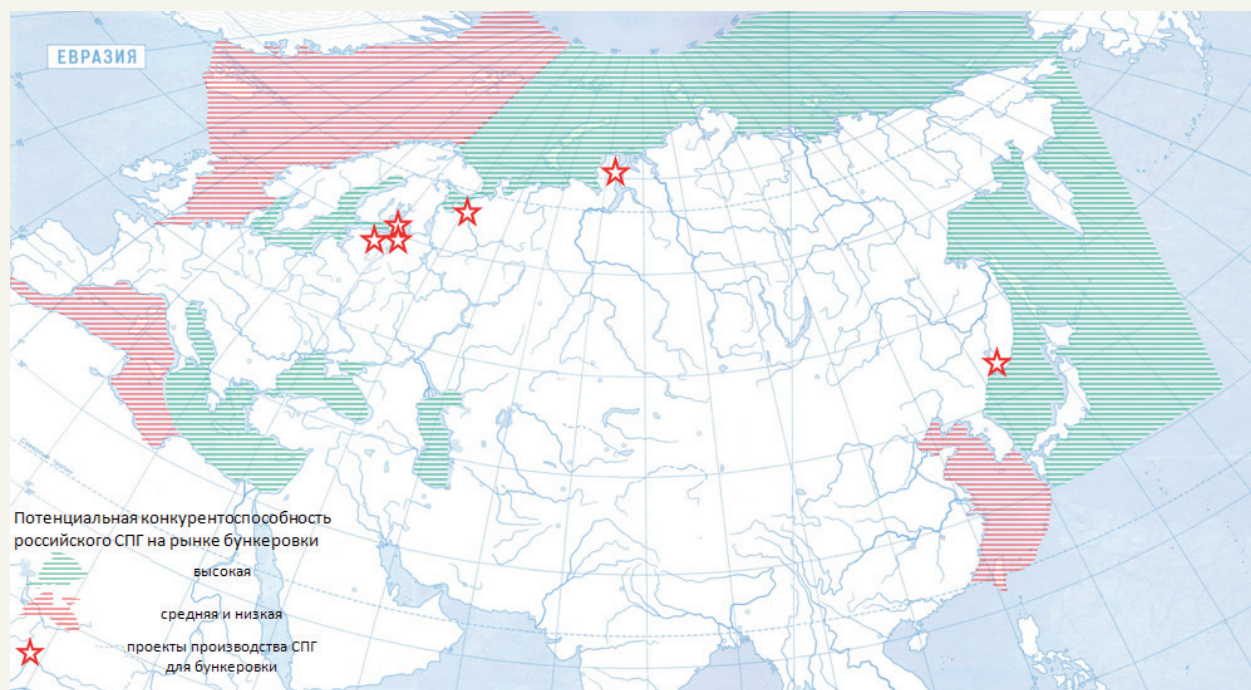
В Российской Федерации действует один проект («Криогаз» в Пскове), который обеспечивает СПГ паромы в Балтийском море. В стадии строительства находится проект в Высоцке — первый российский проект, в котором уже на стадии замысла бункеровка была ключевым сегментом рынка СПГ. Заявлено еще четыре проекта для бункеровки судов, которые находятся в стадии подготовки к реализации.

**Таблица 1.** Проекты производства СПГ в России для бункеровки

Регион	Производительность, тыс. т/год	Оператор	Статус	Дата начала поставки	Рынок сбыта	Технология ожижения
Псков	21 (3 т/ч)	«Криогаз»	действующий	2016	паромы на Балтике	Дроссельно-эжекторная ООО НТЛ
Ленинградская область, Высоцк	2 x 330	«Криогаз» «НОВАТЭК»	строительство	2019	Балтийское море	Air Liquide
	660 - 1000		замысел	н/д		н/д
Ямал	900	«НОВАТЭК»	проектирование	2020	Арктика	Арктический каскад, «НОВАТЭК»
Санкт-Петербург	1260	«СПГ-Горская» <sup>2</sup>	проектирование	н/д	Балтийское море	собственная разработка
Владивосток, Приморье	1500	«Газпром»	замысел	н/д	Японское, Желтое, Охотское моря	нет данных
Архангельская область	до 150	«Ассоциация Созвездие»	замысел	н/д	Белое, Баренцево, Печорское моря	нет данных

Источник информации: оценки авторов

Проекты производства СПГ планируются к реализации в бассейнах Северного Ледовитого, Тихого океанов, в Балтийском море. Возможность производства СПГ существует и на Черном море. Низкие внутренние цены на газ обеспечивают высокую конкурентоспособность СПГ российского производства в приграничных морях.



**Рисунок 6.** Карта размещения российских проектов производства СПГ для бункеровки и районов потенциальной конкурентоспособности российского СПГ в акваториях приграничных морей

Источник информации: оценки авторов

<sup>2</sup> проект приостановлен

Российские компании не остаются в стороне от развития рынка СПГ и имеют планы по строительству судов на СПГ в различных сегментах.

**Таблица 2.** Проекты использования судов на СПГ в России

	<p>Суда-газовозы класса Arc 7 для перевозки СПГ проекта «Ямал СПГ» являются пионерным проектом в области перевозки газа в арктических широтах</p>
	<p>ФГУП «Атомфлот» прорабатывает варианты строительства четырех ледоколов для СПГ-проектов «НОВАТЭК» в районе Карского моря. Рассматривается строительство либо атомных ледоколов на Балтзаводе, либо ледоколов на СПГ и дизтопливе на Выборгском судостроительном заводе</p>
	<p>Компания «Совкомфлот» в партнерстве с Shell инициировала перевод целого сегмента танкерного рынка на более эффективные, «зеленые» технологии. В 2018 году СКФ начнет эксплуатацию танкеров типоразмера «Афрамакс», работающих на сжиженном природном газе (СПГ). К 2021 году флот танкеров на СПГ составит 6 единиц</p>
	<p>В сентябре 2017 года подписан контракт на строительство на верфи «Звезда» десяти танкеров на СПГ ледового класса 1А/1В в интересах «Роснефти»</p>
	<p>Компания Росморпорт планирует построить бункеровщик СПГ 3000-5000 тыс. м<sup>3</sup> к 2021 году на Онежской верфи на основе проекта RST22</p>
	<p>Проект «Аврора». Переоборудование двух газовозов СУГ в бункеровщики СПГ</p>
	<p>Пилотный бункеровщик СПГ для работы в российских портах Балтийского моря. Грузо-местимость – 3000 м<sup>3</sup> СПГ</p>
	<p>Минприроды России в рамках реализации проектов Арктического совета участвует в создании трех речных танкеров на СПГ для компании «Волготранс»<sup>3</sup></p>
	<p>Костромская верфь имеет два проекта судов на СПГ: - бункеровщик 3500 м<sup>3</sup> - плавучая электростанция 6 МВт</p>
	<p>Проведение НИОКР в области использования газа: 1. Создание опытного образца судна-бункеровщика 2. Разработка технологии бункеровки судов СПГ 3. Перевод на СПГ НИС «Профессор Павловский» и опытная эксплуатация судна в прибрежных водах и на внутренних водных путях</p>

Источник информации: оценки авторов

<sup>3</sup> <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=343639>

<sup>4</sup> <http://zakupki.gov.ru/epz/order/notice/ok44/view/common-info.html?regNumber=0173100009517000196>

В 2017 году Минпромторг России провел конкурс на проведение НОИКР в области использования газа в качестве судового топлива.

Общий объем государственных инвестиций в НОИКР по использованию СПГ составляет 720 млн Р в период до 2020 года, в т.ч.

- 320 млн Р на перевод судна «Профессор Павловский» на СПГ
- 130 млн Р на исследование технологий бункеровки СПГ
- 270 млн Р на создание опытного судна бункеровщика СПГ.

Все работы будет выполнять ФГУП «Крыловский государственный научный центр».

Важнейшим этапом станет модернизация и переоборудование теплохода «Профессор Павловский» в опытное учебно-исследовательское газотопливное судно-демонстратор (УИГТС-Д) и его последующая эксплуатация. Задачей является демонстрация работоспособности газотопливного судна и примененного на нем комплекта профильного оборудования отечественного производства.

В результате исполнения работ планируется получить необходимый опыт эксплуатации, обслуживания и ремонта газотопливного судна, а также создать базу для подготовки отечественных специалистов для экипажей судов.

Любопытна история этого судна. В 2009 году ЦНИИ им. Крылова продал судно компании ООО «Гогланд», с которой потом судился, и получил судно обратно.<sup>5</sup> В 2011 году была вторая попытка продать это судно, видимо также безуспешная, т.к. текущим собственником остался ЦНИИ им. Крылова.<sup>6</sup>

Но уже в 2013–2014 годах проводилась серьезная модернизация судна, которая состояла в:

- разработке комплекта техно-рабочей документации по модернизации судна (изменение конструкции надстройки судна и кормовой площадки);
- улучшении условий обитаемости, замене камбуза, замене лабораторного оборудования;
- замене пропульсивного комплекса, электронасосов, электровентиляторов, судовой электростанции, спасательного оборудования, палубного оборудования, систем микроклимата, рулевой машины;
- дооборудовании судна установкой очистки сточных вод, опреснительной установкой, подруливающим устройством;

<sup>5</sup> <http://www.rosarbitrage.ru/docs.php?doc=58423>

<sup>6</sup> <http://www.topserver.ru/sailingcharter/steamships/82.html>

- доработке корпуса, общесудовых систем и систем ЭУ, оборудования навигации и радиосвязи и т.д.<sup>7</sup>



Проект <sup>8</sup>	10360, 10361
Место постройки	Ленинградский ССЗ «Пелла»
Дата постройки	23.11.1989
Приписка	Выборг
ИМО	нет (был 8833984)
Формула класса	КМ(*) ЛЗ II
Текущее состояние	Не эксплуатируется
Водоизмещение	170 тонн
Скорость хода	11,5 узлов
ДхШхВ	28,8 x 5,8 x 3,4 м
Осадка	2,05 м
Район плавания	до 50 миль

**Рисунок 7.**  
Профессор Павловский –  
первое российское судно  
для перевода на СПГ

Источник информации:  
Водный транспорт  
fleetfoto.ru

В рамках работ по созданию опытного образца газотопливного судна-бункеровщика сжиженного природного газа (СПГ) и ввода его в эксплуатацию решаются задачи демонстрации работоспособности газотопливного судна-бункеровщика СПГ и профильного оборудования для обеспечения бункеровки. Выполняются работы по испытаниям отечественного оборудования для газотопливных судов-бункеровщиков СПГ в условиях реального судна.

Работы по разработке технологии для создания экономически эффективных и надежных транспортных систем, использующих газотопливные суда, включая инфраструктуру по доставке газомоторного топлива от поставщика на берегу до бункеровки судов в порту или на рейде, будут включать в себя работы по оценке потенциала Обь-Иртышского и Енисейского речных бассейнов.

«Совкомфлот» и «Роснефть» после 2022 года будут эксплуатировать 16 танкеров, использующих СПГ в качестве топлива. Эксплуатация первого танкера на СПГ запланирована на 3-й квартал 2018 года. Танкер будет осуществлять перевозки нефти в Балтийском море.

Внедрение СПГ-топлива в сегменте крупнотоннажных перевозок в районах высокой интенсивности судоходства обусловлено экологической эффективностью применяемых решений. Использование СПГ в качестве бункера повышает экономическую эффективность эксплуатации флота.

<sup>7</sup> <http://shipsystems.spb.ru/proekt-10361-professor-pavlovskiy.html>

<sup>8</sup> <http://fleetphoto.ru/ship/70245/>

**Таблица 3.** Сравнение использования СПГ на маршруте  
Усть-Луга/Приморск - Вильгельмсхафен/Роттердам-Усть-Луга/Приморск

	Выбросы, тонн				Расход топлива, тонн
	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PM	CO <sub>2</sub>	
Зеленый «Афрамакс»	0	5	0	920	350
Конвенционный «Афрамакс»	4,2	25,3	0,5	1323	420

Источник информации: Совкомфлот

Поставка СПГ для танкеров «Совкомфлота» будет осуществляться компанией Shell в порту Роттердама, а также на других пунктах заправки судов в акватории Балтийского моря. Экономическую эффективность использования СПГ обеспечивает как более низкая стоимость СПГ, так и меньший расход топлива при движении по маршруту.



**Рисунок 8.** Маршруты движения танкеров компании «Совкомфлот» на СПГ в Балтийском и Северном морях

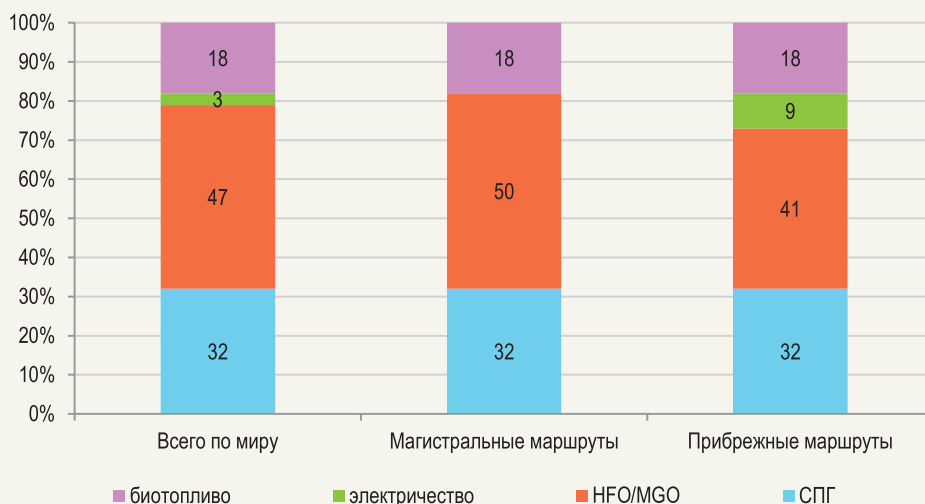
Источник информации: «Совкомфлот»

## Долгосрочные ожидания и прогнозы

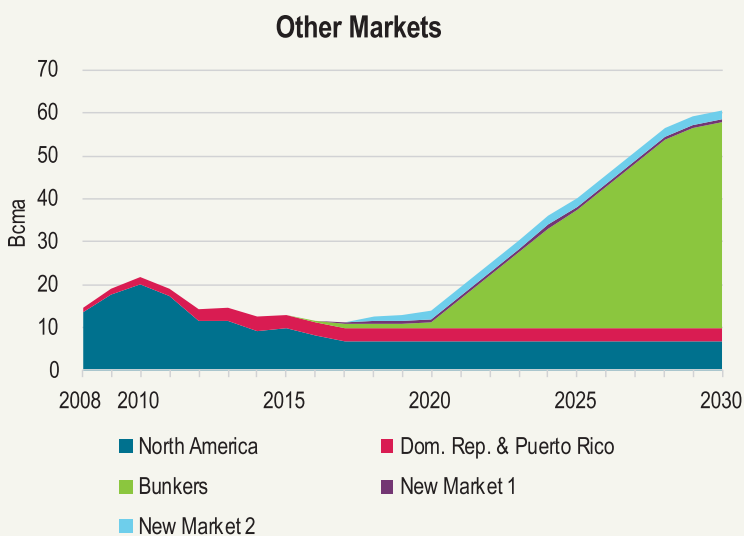
Прогнозируется, что СПГ будет иметь высокую конкурентоспособность для судоходства как в прибрежной зоне, так и на магистральных маршрутах.

При этом доля СПГ достигнет 32% от мирового потребления энергии, используемой для судоходства.

**Рисунок 9.**  
Роль СПГ в энергическом балансе мирового судоходства в 2050 году  
Источник информации: DNV-GL



С бункеровкой связываются большие ожидания со стороны производителей СПГ. В то же время оценки общий объема потребления СПГ в сегменте бункерного топлива колеблются от 15 до 40 млн т к 2030 году.



Источник	2025	2030	2035	2040
IEA - Sustainable Development	11,6	18,8	26,8	37,0
IEA - New Policies	23,9	29,7	36,2	41,3
ENGIE/PWC		24-30		
Lloyds Register	8-30	10-40	15-45	20-65

Источник информации: «A review of demand prospects for LNG as a marine transport fuel.», Chris N Le Fevre, Oxford Institute for Energy Studies, June 2018

**Рисунок 10.** Прогноз объема потребления СПГ для бункеровки  
Источник информации: Global LNG Outlook, James Henderson, April 2017

## Схемы бункеровки и классификация бункеровочных центров

Загрузка СПГ в газовоз или заправка судна, использующего СПГ, может осуществляться следующими способами:

- корабль-корабль (STS) — основной метод бункеровки, при котором заправляемое судно имеет объем баков более 100 м<sup>3</sup>;
- автоцистерна-корабль (TTS) — решение для терминалов любого размера, позволяет заправлять суда с объемом баков от нескольких м<sup>3</sup> и до 200 м<sup>3</sup>;
- береговой пункт-корабль (PTS) — бункеровка через трубопровод осуществляется через специальные устройства для бункеровки большими объемами. 40-80 м<sup>3</sup>

**Рисунок 11.**

Способы бункеровки судов СПГ

Источник информации:  
Использование сжиженного природного газа на водном транспорте,  
Е. Н. Пронин,  
Санкт-Петербург,  
май 2016 г.






Для определения параметров берегового хранилища и организации бункеровки можно воспользоваться рекомендациями, сформированными в North European LNG Infrastructure Project. A feasibility study for an LNG filling station infrastructure and test of recommendations. Danish Maritime Authority. 2013.

Инвесторы в терминалы и администрация портов вместе с поставщиками должны принимать индивидуальные решения по использованию СПГ на основании следующих рекомендаций:

- STS бункеровка рекомендуется как основной метод бункеровки, когда объем бункеровки превышает 100 м<sup>3</sup>. Один бункеровщик допустим, если он обеспечивает клиентам короткое время заправки. Обычная емкость бункеровщика может быть от 1000 до 10 000 м<sup>3</sup> (рекомендация № 1а)

- TTS бункеровка рекомендуется для терминалов любого размера, когда заправляемое судно имеет объем топливных баков от нескольких м<sup>3</sup> до 200 м<sup>3</sup> (рекомендация № 1b)
- PTS бункеровка с СПГ-терминала через трубопровод является бункеровочным решением для любого объема и подходит для постоянных клиентов, для этого типа бункеровки необходимо обеспечить необходимое пространство для размещения бункеровочных мощностей (рекомендация № 1с).

**Таблица 4.** Основные характеристики портовых операций в области СПГ-бункеровки

Масштаб	Крупный	Средний	Малый
<b>Параметры</b>			
<b>Фотография</b>			
<b>Береговые хранилища СПГ</b>	терминал для импорта ≥100 тыс. м <sup>3</sup>	Промежуточный терминал 10-100 тыс. м <sup>3</sup>	Промежуточный терминал < 10 тыс. м <sup>3</sup>
<b>Размер хранилища для бункеровки, м<sup>3</sup></b>	нет отдельных емкостей для бункеровки	20 000	2 700
оценка Sofregaz	>100 000	40 000 – 100 000	30 – 40 000
<b>Размер заправляемого судна, его емкость</b>	Газовозы 100-270 тыс. м <sup>3</sup>	СПГ заправщики 10-100 тыс. м <sup>3</sup>	СПГ бункеровщики 1-10 тыс. м <sup>3</sup> СПГ бункеровщики/баржи 0,2-1 тыс. м <sup>3</sup>
оценка Sofregaz	100 – 270 тыс. м <sup>3</sup>	25 – 100 тыс. м <sup>3</sup>	200 – 25000 м <sup>3</sup>
<b>Емкости на грузовиках</b>			40-80 м <sup>3</sup>
<b>Оборачиваемость хранилища</b>	n/a	20	44
<b>Оборудование для импорта, бункеровки и других способов передачи СПГ потребителю</b>	один бункеровочный причал, включая одно устройство слива и соответствующее оборудование один малоразмерный бункеровщик 4000 м <sup>3</sup>  две емкости для автомобильной перевозки СПГ 50 м <sup>3</sup> каждая одна криостанция для заправки	один бункеровочный причал, включая одно устройство слива и соответствующее оборудование два малоразмерных бункеровщика 3000 и 4000 м <sup>3</sup>  одна емкость для автомобильной перевозки СПГ 50 м <sup>3</sup> одна криостанция для заправки	один бункеровочный причал и соответствующее оборудование  одна емкость для автомобильной перевозки СПГ 50 м <sup>3</sup> одна криостанция для заправки
<b>Общие капитальные затраты, млн. евро</b>	69	137	15
<i>в т.ч. в бункеровщики</i>	32	60	-
<b>Общие операционные расходы, млн евро</b>	10	17	3
<i>в т.ч. постоянные расходы на бункеровщики</i>	2	4	-
<i>топливо для бункеровщиков</i>	0,5	1	-

Источник информации: North European LNG Infrastructure Project. A feasibility study for an LNG filling station infrastructure and test of recommendations. Danish Maritime Authority. 2013  
Sofregaz

# СУДОХОДСТВО И ПЕРЕВОЗКИ В АРКТИКЕ

Климатические изменения и следующее вместе с ними промышленное развитие Арктики приводит к улучшению условий судоходства и росту его интенсивности в северных широтах.

Традиционно выделяют три арктических маршрута:

1. Северный морской транспортный коридор — Россия
2. Трансарктический путь — международные воды
3. Северо-Западный проход — Канада и США



**Рисунок 12.**  
Арктические судоходные маршруты

Источник информации:  
The Arctic Institute,  
marinetraffic.com (2016)

Наивысшая интенсивность судоходства происходит по СМП. Но уже сейчас проводятся работы по оценке судоходства по другим маршрутам. Примером может служить активность Китая в этом районе.<sup>9</sup> Трансарктический путь, который китайцы называют центральным фарватером, не проходит через территориальные воды России и Канады и по этой причине не требует согласований или платы при следовании по нему. Первым китайским судном, прошедшим СМП, был ледокол «Сюэлун», после этого было еще 8 арктических экспедиций. В 2016 году «Сюэлун» прошел по Трансарктическому пути, хотя при этом потребовались многочисленные остановки и дрейф. Арктическая программа Китая усилится при спуске на воду ледокола «Сюэлун-2» после 2019 года. В Белой книге по политике Китая в Арктике «Полярный Шелковый путь» обозначен как один из важнейших проектов.<sup>10</sup>

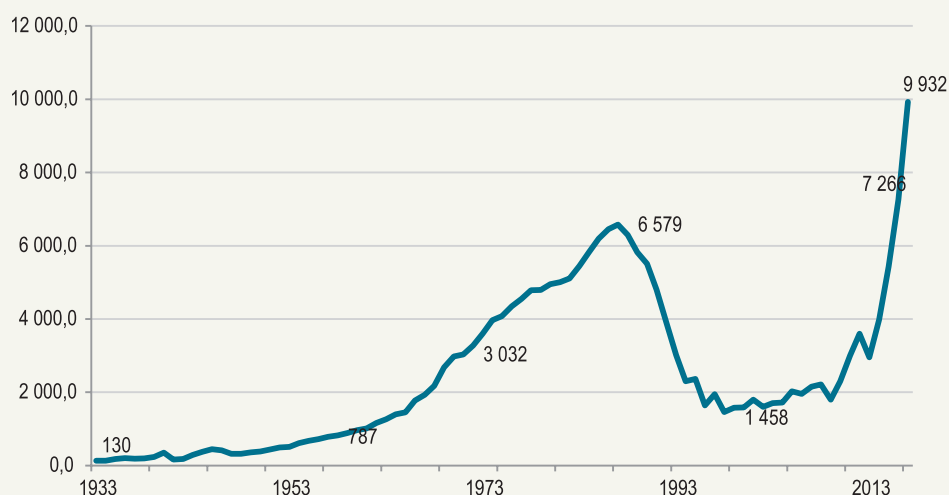
Северный морской путь — кратчайший из доступных в настоящее время морских путей между Европой и Азией. Как трансконтинентальная ма-

<sup>9</sup> [http://www.ng.ru/economics/2017-10-02/1\\_7085\\_china.html](http://www.ng.ru/economics/2017-10-02/1_7085_china.html)

<sup>10</sup> [http://english.gov.cn/archive/white\\_paper/2018/01/26/content\\_281476026660336.htm](http://english.gov.cn/archive/white_paper/2018/01/26/content_281476026660336.htm)

гистраль Северный морской путь (СМП) был создан в СССР в середине 1930-х годов. Он обеспечивал транспортировку грузов для обустройства Арктической зоны России, экспорт грузов в Европу, Японию и Китай. Северный морской путь обслуживал несколько промышленных зон Советского Союза, где добывались цветные, редкоземельные металлы, ценные минералы и углеводороды. СМП проходит по морям Северного Ледовитого океана (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское).

**Рисунок 13.**  
Динамика перевозок по СМП в 1933-2017 гг., тыс. т  
*Источник информации:*  
Союзморниипроект (1933-2009), Госкомстат (2014-2017), материалы открытых источников (2010-2013)



В последнее время не возникает сомнений в сохранении существенной роли СМП в течение XXI века для развития арктических территорий России. Большое количество добывающих проектов топливных ресурсов (нефти, угля, газа) и металлов (золото, никель, цветные металлы, РЗМ) приводят к развитию портовой инфраструктуры СМП и строительству новых современных судов.

В ближайшие 20 лет основными грузами, формирующими грузопоток по СМП, будут СПГ, газовый конденсат, нефть, уголь, руды и концентраты драгоценных и критических металлов.

С другой стороны, до сих пор нет ясности о величине транзитного потенциала СМП.

После взрывного роста транзита в 2011–2013 годах, при котором доля транзитных грузов приближалась к 45% от общего грузопотока на СМП, произошло резкое падение в 2015 году. В последние два года объем транзита около 200 тыс. т.

Основное преимущество СМП заключается в сокращении времени плавания, что позволяет снизить затраты на топливо и судовой фрахт.

Демонстрация транзита показала ощутимую экономию.

**Таблица 5.** Внутренние и международные транзитные перевозки через СМП

Год	Транзит		Объем перевозок, тыс. т
	количество судов	объем, тыс. т	
2010	4	110	2 190
2011	34	834,9	2 165
2012	46	1 261	2 339
2013	71	1 356	1 600
2014	23	274	3 707
2015	18	40	5 392
2016	19	214	7 266
2017 оценка	28	194	9 932

Источник информации: Госкомстат, материалы открытых источников

Для судна дедвейтом 41 тыс. т экономия за счет использования СМП составила более 300 тыс. долл. в условиях 2010 года, а при транспортировке в 2013 г. 147 тыс. м<sup>3</sup> СПГ из Мелкойа в Йокогаму по СМП продолжительность маршрута была на 21,4 дня короче, чем через Суэц; экономия составила 6,854 млн долл.

ЗА	Против
Кратчайшее расстояние между портами Европы и Азии – 7300 морских миль / Суэцкий канал – 11 200 морских миль	Необходимость ледокольного сопровождения
Отсутствие угрозы пиратства	Необходимость специальной подготовки экипажа для работы в Арктике
Возможность бункеровки СПГ на всем протяжении СМП	Отсутствие круглогодичной навигации
Повышение надежности и безопасности плавания с ростом ледокольного флота и развитием инфраструктуры	Повышенные капитальные затраты при строительстве судов ледового класса
	Высокая чувствительность окружающей среды к внешним воздействиям

Несмотря на ряд объективных сложностей транзитного судоходства на СМП, правительство России проводит оценки транзитного потенциала СМП. Оценки потенциала начались с поручения президента России в адрес Минвостокразвития России по разработке финансово-экономической модели развития Северного морского пути в качестве транспортного коридора глобального значения, в том числе для организации контейнерных перевозок. В выполненном исследовании были проанализированы структура и динамика изменения мировых грузопотоков, направления технического прогресса в судостроении, текущее и ожидаемое финансовое положение судоходных компаний, климатические прогнозы.<sup>11</sup> К сожалению, нам не удалось ознакомиться с результатами этого исследования.

<sup>11</sup> <https://minvr.ru/press-center/news/10973/>

В 2017 году на 3-м Восточном экономическом форуме компания Frost & Sullivan<sup>12</sup> представила оценки пропускной способности СМП в 455 тыс. TEU.

Вполне естественно, что со стороны отдельных игроков на этом рынке имеется и скептическое отношение к контейнерным перевозкам. Так, директор «Совфрахта» Дмитрий Пурим в интервью «Коммерсанту» высказывает серьезные сомнения в возможности организации регулярных контейнерных перевозок, прежде всего, по причине непрогнозируемых погодных условий.<sup>13</sup>

Ожидаемый рост грузопотоков и повышение роли СМП в экономическом развитии страны вызывает необходимость централизации управления судоходством. В 2018 году согласована передача «Росатому» полномочий по развитию портовой инфраструктуры, администрированию плавания в акватории СМП и его развитие. В результате «Росатом» получит статус оператора Северного морского пути.

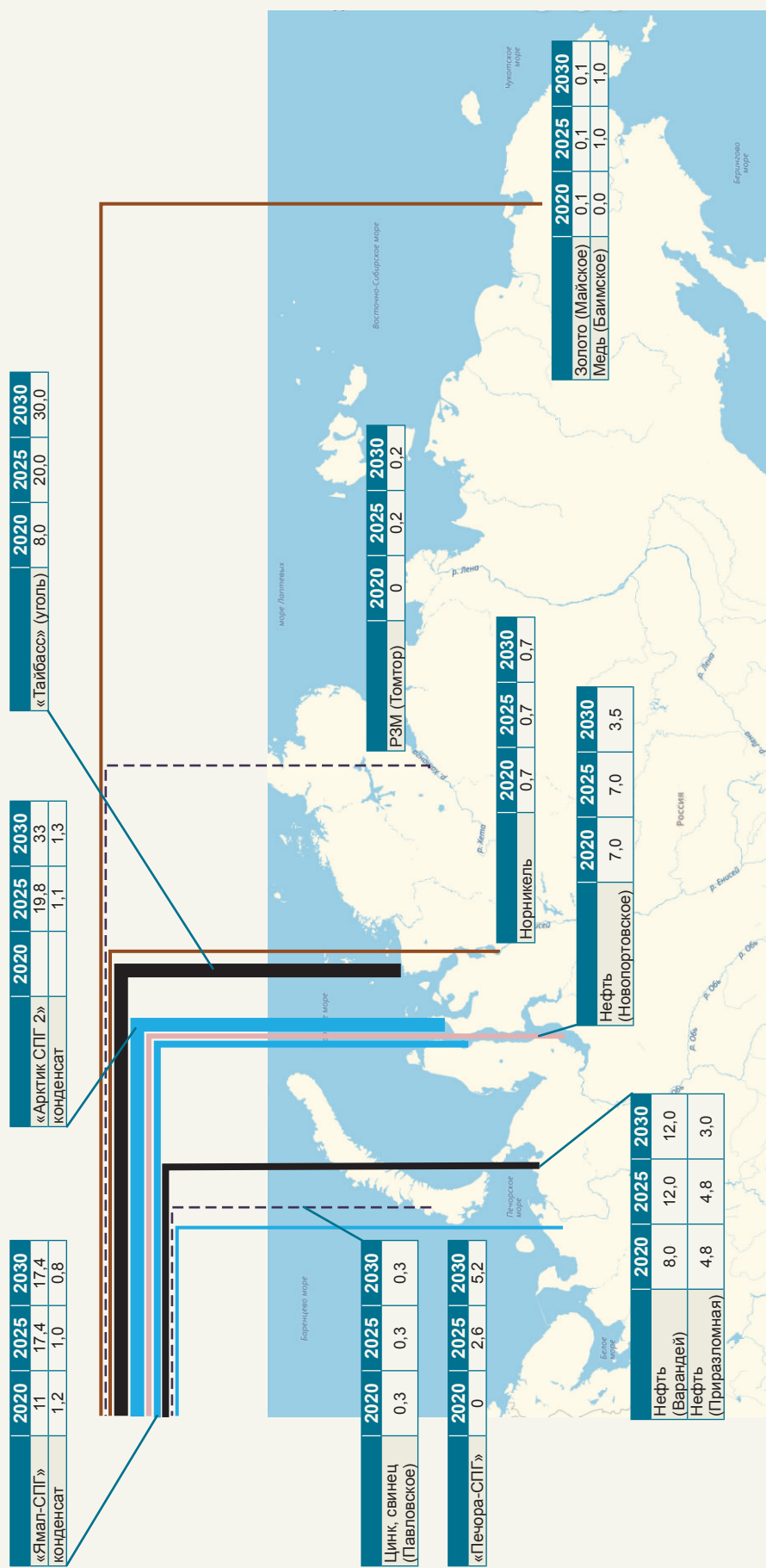
Ожидаемая структура грузопотоков по состоянию на начало 2018 года представлена на следующем рисунке.

---

<sup>12</sup> <https://www.if24.ru/chto-budet-s-sevmorputem/>

<sup>13</sup> <https://www.kommersant.ru/doc/3442065>

Рисунок 14. Прогноз структуры грузопотока в географической зоне исследования



Источник информации: оценки авторов

Прогноз грузопотока	Оценка по заявленным проектам <sup>14</sup>					Прогноз МПР РФ на 1 сентября 2017 г.					«Росатомфлот», 2017 г.				
	2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030
<b>ВСЕГО</b>	<b>43,7</b>	<b>106,4</b>	<b>124,7</b>	<b>40,2</b>	<b>67,3</b>	<b>73,2</b>	<b>40,2</b>	<b>67,3</b>	<b>73,2</b>	<b>39,5</b>	<b>62,4</b>	<b>80,4</b>	<b>39,5</b>	<b>62,4</b>	<b>80,4</b>
<b>УВС</b>	<b>32,2</b>	<b>69,6</b>	<b>86,1</b>	<b>24,2</b>	<b>36,2</b>	<b>41,2</b>	<b>24,2</b>	<b>36,2</b>	<b>41,2</b>	<b>27,0</b>	<b>49,9</b>	<b>67,9</b>	<b>27,0</b>	<b>49,9</b>	<b>67,9</b>
<b>Нефть и конденсат</b>	<b>21,2</b>	<b>31,3</b>	<b>33,0</b>	<b>7,2</b>	<b>8,2</b>	<b>7,2</b>	<b>7,2</b>	<b>8,2</b>	<b>7,2</b>	<b>10,0</b>	<b>15,8</b>	<b>25,8</b>	<b>10,0</b>	<b>15,8</b>	<b>25,8</b>
Приразломная	4,8	4,8	3,0												
Варандей	8,0	12,0	12,0												
Новопортовское	7,0	7,0	3,5	6,0	6	5,0	6,0	6	5,0	8,0	8,5	8,5	8,0	8,5	8,5
Пайяхское		5,0	5,0							2	7,3	7,3	2	7,3	7,3
«Ямал СПГ»	1,2	1,0	0,8	1,0	1	1,0	1,0	1	1,0						
«Арктик СПГ 2»		1,1	1,3			1			1						
Долгинское	0,0	0,0	7,0												
Прочее <sup>15</sup>	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2						10,0
<b>СПГ</b>	<b>11,0</b>	<b>38,3</b>	<b>53,1</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>34,1</b>	<b>42,1</b>	<b>17</b>	<b>34,1</b>	<b>42,1</b>
«Ямал СПГ»	11,0	16,5	16,5	17,0	17	17,0	17,0	17	17,0	16,7	17,6	17,6	16,7	17,6	17,6
«Ямал СПГ 4»		0,9	0,9												
«Арктик СПГ 2»	0,0	19,8	19,8							0,3	16,5	24,5	0,3	16,5	24,5
«Печора СПГ»	0,0	2,6	5,2												
«Арктик СПГ 2» (4-5-я очередь)			13,2												
<b>Руды и концентраты</b>	<b>1,0</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>	<b>2</b>	<b>2,46</b>	<b>2,46</b>	<b>2,46</b>	<b>2,46</b>	<b>2,46</b>	<b>2,46</b>
«Норильский никель»	0,7	0,7	0,7	1	1	1,0	1	1	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Павловское месторождение	0,3	0,3	0,3												
«Майский ГОК»	0,1	0,1	0,1			0,1			0,1						
Баимское (Песчанка)		1,0	1,0			0,9			0,9	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
«Томтор»		0,2	0,2												
<b>Уголь</b>	<b>8,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
«Тайбасс»	8,0	20,0	30,0	15,0	30	30,0	15,0	30	30,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Северный завод	1,5	2,0	2,0												
Транзит	1,0	1,2	2,0												

Источники информации: оценки авторов

<sup>14</sup> курсивом обозначены проекты вне зоны СМП, но входящие в зону Северного морского транспортного коридора  
<sup>15</sup> в Прогнозе МПР – газовый конденсат Пеляткинского месторождения, в Прогнозе Росатомфлота – нефть из порта Хатанга

В первой работе было отмечено отсутствие официальных оценок по объему и структуре грузопотоков по СМП. В сентябре 2017 года такой прогноз впервые был опубликован.<sup>16</sup>

Строительство ледокольного флота, обустройство СМП, приводит к снижению рисков и привлечению дополнительных грузопотоков на СМП.

Так, с момента подготовки первого доклада дополнительно заявлены проекты, которые создают следующие грузопотоки:

1. 4-я линия «Ямал СПГ» 0,9 млн тонн
2. Рост производительности линий «Арктик СПГ 2» с 18,3 до 19,8 млн тонн
3. 4-я и 5-я линия «Арктик СПГ 2» — 2 x 6,6 млн тонн
4. Перевозка руд Томторского месторождения через порт Хатанга — 150 тыс. тонн<sup>17</sup>
5. Концентраты руд месторождения Песчанка — 960–1000 тыс. тонн.

При корректировке прогноза были использованы следующие данные и оценки:

1. Авторская оценка на основании заявленных инициаторами проектов грузопотоков по крупнейшим проектам в Арктической зоне в области добычи полезных ископаемых, включая проекты терминала Варандей и платформы Приразломная
2. Прогноз МПР РФ от 01 сентября 2017 года<sup>18</sup>
3. Прогноз ФГУП «Росатомфлот».

Некоторые проекты снизили неопределенность в отношении своей реализации. Так, в конце 2017 года «Роснефтефлот» (НК «Роснефть») заключил контракт на строительство 10 танкеров дедевейтом 42 тыс. тонн каждый с ССК «Звезда»<sup>19</sup>. Использовать танкеры будет АО «Таймырнефтегаз» в течение 20 лет. Танкеры имеют ледовый класс Arc7 и предназначены для работы во льдах толщиной до 1,8 м и при зимних температурах до минус 45 °С. Танкеры строятся для вывоза нефти Пайяхского месторождения как в западном, так и в восточном направлении. Поставка танкеров планируется после 2022 года.

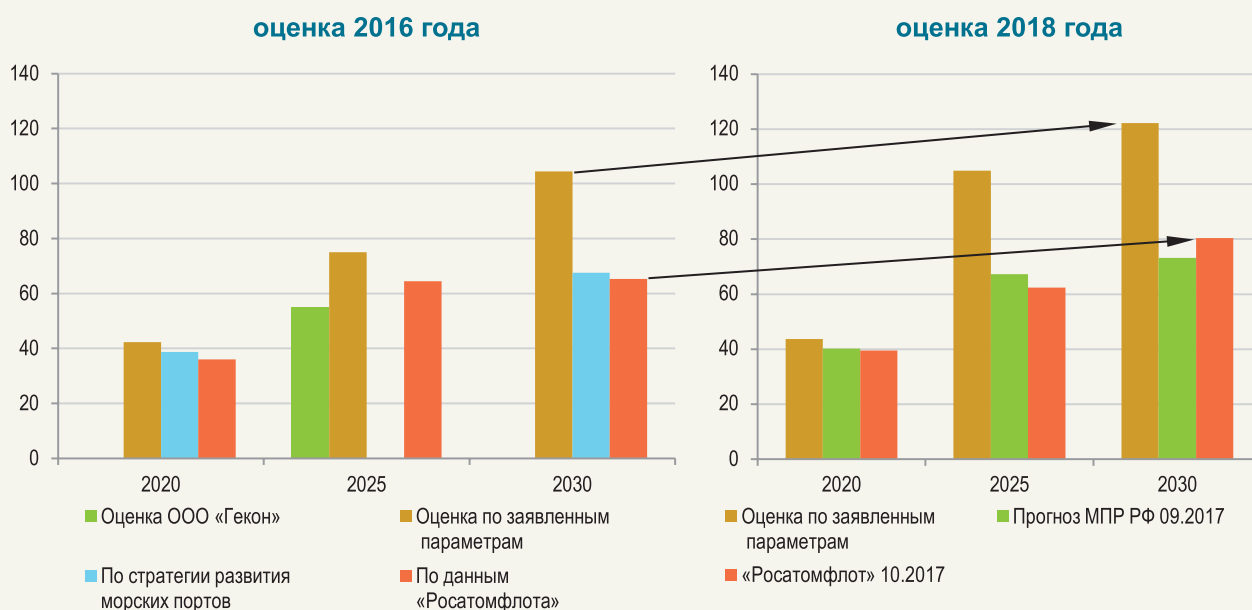
---

<sup>16</sup> [http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/4db/prognoz\\_2709.pdf](http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/4db/prognoz_2709.pdf)  
[https://www.korabel.ru/news/comments/vyvoz\\_resursov\\_po\\_sevmorputi\\_vyrastet\\_v\\_10\\_raz\\_a\\_mozhet\\_byt\\_v\\_17.html](https://www.korabel.ru/news/comments/vyvoz_resursov_po_sevmorputi_vyrastet_v_10_raz_a_mozhet_byt_v_17.html)

<sup>17</sup> <http://threearc.ru/news/detail.php?ID=105>

<sup>18</sup> <http://neftianka.ru/dlya-vsyakoj-bochki-degtya-najdetsya-lozhka-meda/>  
Развитие арктического грузопотока Григорьев «НЕФТЕГАЗОВАЯ ВЕРТИКАЛЬ», 2017, №5)

<sup>19</sup> Порт Ньюс, специальный выпуск, декабрь 2017



**Рисунок 15.** Прогноз грузопотока в географической зоне исследования (млн тонн)

Источник информации: оценки авторов

Все оценки выросли по сравнению с прогнозом в аналитическом обзоре «Перспективы и возможности использования СПГ для бункеровки в Арктических регионах России», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников, А. Ю. Григорьев, WWF, 2017».

# ПРОЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА СПГ В АРКТИКЕ<sup>20</sup>

Непосредственно в зоне Северного Ледовитого океана можно выделить три крупных проекта производства СПГ. Одно время проводилась оценка возможности производства СПГ в районе Норильска. В настоящее время судьба норильского проекта неизвестна. Кроме того, имеются возможности поставки по р. Лена с месторождений Западной и Центральной Якутии. СПГ с Балтийских проектов может быть поставлен по Беломоро-Балтийскому каналу при

строительстве специальных газозовов, проходящих по габаритам канала.

Таблица 6. Имеющиеся и планируемые проекты по производству СПГ

Название	Инициатор	Район	Тип инфраструктуры завода СПГ	Статус	Мощность, тыс. т/год	Технология
<b>Арктические проекты</b>						
«Печора СПГ» <sup>21</sup>	«Роснефть» Alltech	порт Индига Баренцево море	наземный / плавучий завод СПГ (FLNG) морской терминал (FLSO)	ТЭО	2 x 2600	Air Products
«Ямал СПГ»	«НОВАТЭК»	порт Сабетта п-ов Ямал Обская губа Карского моря	наземный завод СПГ морской порт	1-2-я очередь – эксплуатация. 3-4-я очередь – строительство	3 x 5500 1 x 900	Air Products Арктический каскад
«Арктик СПГ 2»	«НОВАТЭК»	п-ов Гыдан Карское море	на бетонном основании гравитационного типа	замысел	3 x 6600 2 x 6600 (опция)	Linde
<b>Балтийские проекты</b>						
«КС Портовая»	«Газпром»	Финский залив Балтийское море	наземный завод СПГ	строительство	1500	OM3
порт Высоцк	«Газпром-банк» / «НОВАТЭК»		наземный завод СПГ	проектирование	2 x 330	Air Liquide
				замысел	660 - 1000	н/д
«СПГ-Горская» <sup>22</sup>	«СПГ-Горская»		плавучий завод СПГ (FLNG)	проектирование заказ бункеровщиков	440 (до 1260)	собственная разработка
Балтийский СПГ	«Газпром»	Усть-Луга	наземный завод СПГ	замысел	10000 (до 15000)	Shell
«Псковский СПГ»	«Криогаз»	Псков	наземный завод СПГ	эксплуатация	23	НТЛ дроссельная технология
«Калининградский СПГ»	«Криогаз»	Балтийское море	наземный завод СПГ	строительство	150	
<b>Потенциально возможные проекты</b>						
«Норильский СПГ»	«Норильск-газпром»	Дудинка река Енисей		потенциальная возможность	2000	
«Якутский СПГ»	–	Якутск река Лена		потенциальная возможность	500 + 1100	
«Анадырь СПГ»	река Лена	Анадырь Берингово море		потенциальная возможность	12,5 + 20	
Архангельск	«Ассоциация Созвездие»	Архангельск Белое море		предТЭО	12,5 + 150	

Источник информации: оценки авторов

<sup>20</sup> подробное описание проектов см. «Потенциал газификации Арктической зоны Российской Федерации сжиженным природным газом (СПГ)», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников, WWF, 2018

<sup>21</sup> параметры проекта и район размещения уточняются

<sup>22</sup> проект приостановлен

Небольшие мощности по производству СПГ могут быть размещены в Анадыре на основе действующей локальной системы добычи и транспортировки газа.

Развитие проектов производства СПГ в основном происходит при сочетании двух факторов: расположение производства на побережье и достаточные возможности поставки газа для ожижения.

Этим критериям удовлетворяет побережье Балтийского моря и побережья арктических морей.

Основной объем производства СПГ придется на два проекта — «Ямал СПГ (17,4 млн тонн) и «Арктик СПГ 2» (19,8 млн тонн с возможностью увеличения до 33 млн тонн). Крупнейшим Балтийским проектом является проект Балтийский СПГ (10 млн тонн).

Общий объем производства СПГ по проектам, с которых возможна поставка СПГ в Арктику, к 2030 году может достичь 70 млн тонн в год.

Подробно реализуемые и планируемые проекты описаны в исследовании «Потенциал газификации Арктической зоны Российской Федерации сжиженным природным газом (СПГ)», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников, WWF, 2018.

В настоящей работе мы дополнительно оцениваем возможности, которые связаны с международным сотрудничеством и строительством терминала СПГ на Камчатке.

**Рисунок 16.**  
Карта размещения  
СПГ-проектов в Арктике  
Источник информации:  
оценки авторов

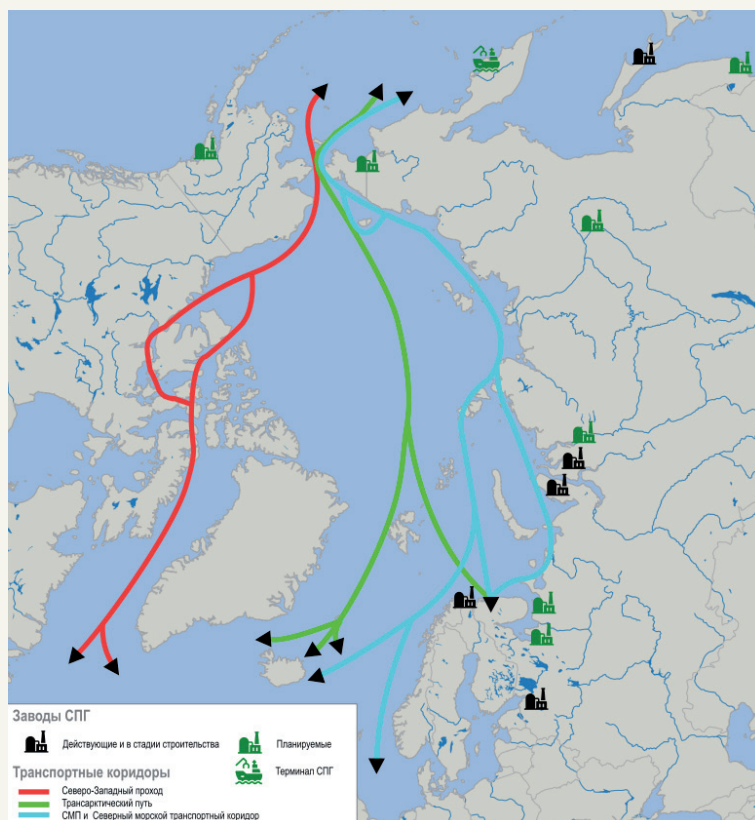
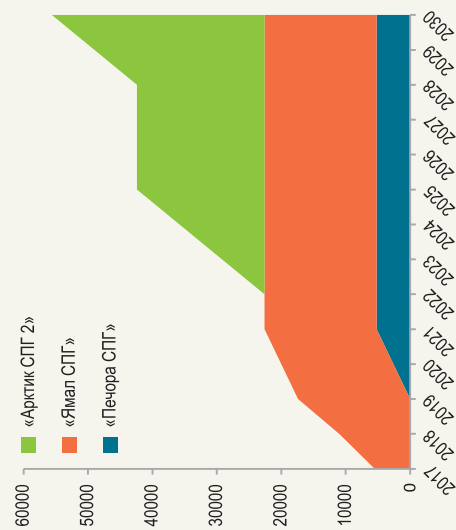
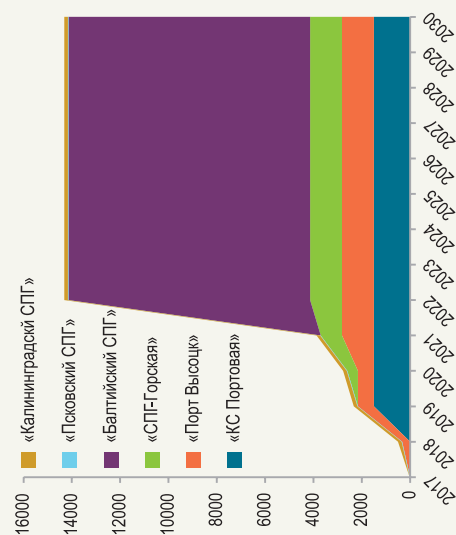
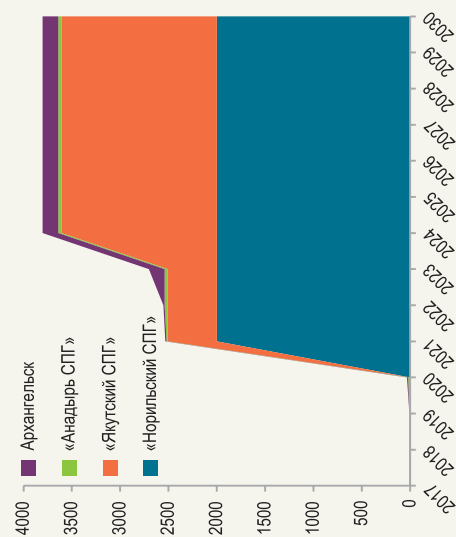


Таблица 7. График ввода мощностей по производству СПГ (тыс. тонн)

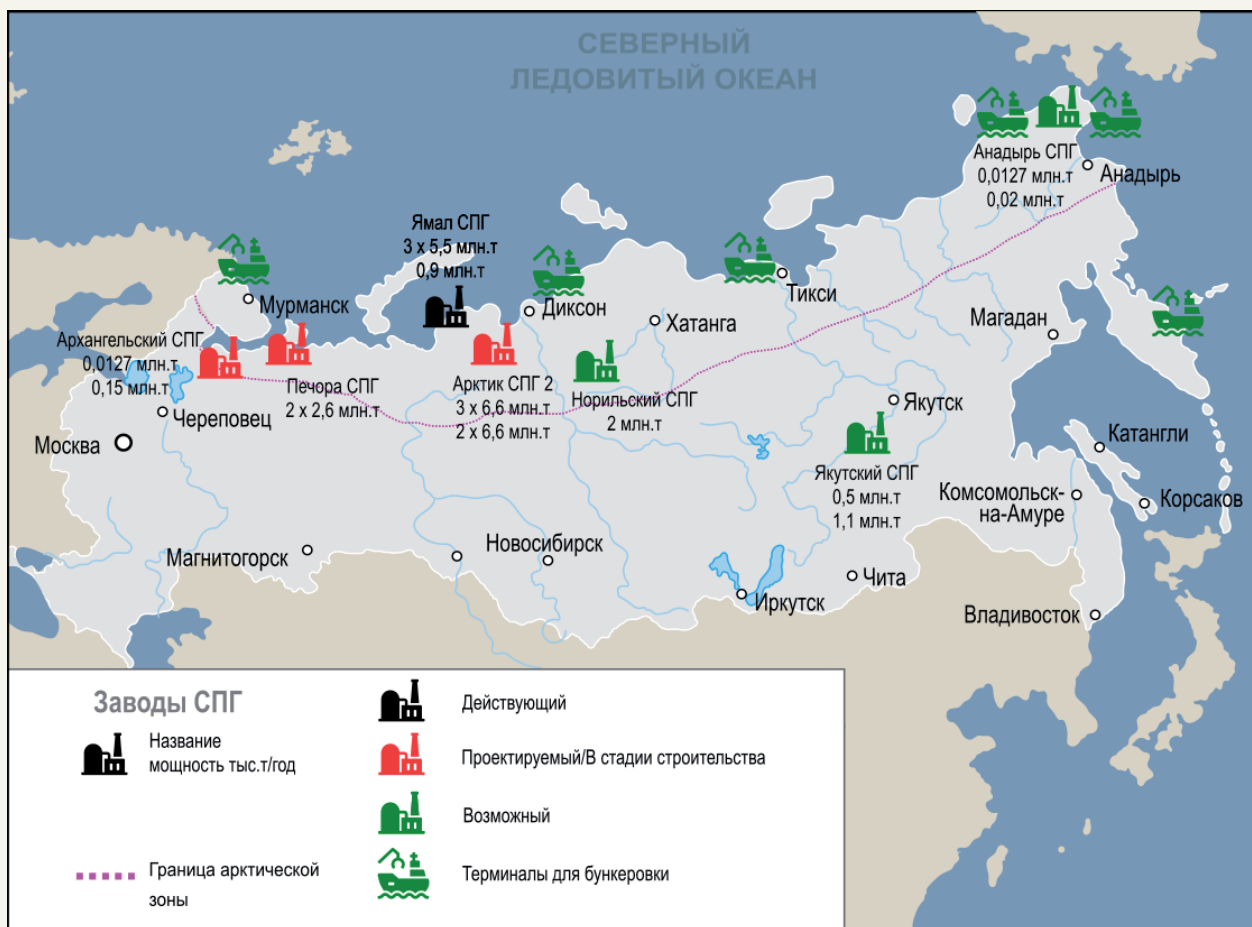
Название	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Арктические проекты</b>														
«Печора СПГ» <sup>23</sup>			2600	2600	2600									
«Ямал СПГ»	5500	5500	6400											
«Арктик СПГ 2»						6600	6600	6600	6600	6600			6600	6600
<b>Балтийские проекты</b>														
«КС Портовая»			1500											
порт Высоцк		330	330											
«СПГ-Горская»			440	440	440	440								
«Балтийский СПГ»						10000								
«Псковский СПГ»	23													
«Калининградский СПГ»		150												
<b>Потенциально возможные проекты для поставки СПГ в Арктику</b>														
«Норильский СПГ»					2000									
«Якутский СПГ»	8				500								1100	
«Анадьрь СПГ»			12,5	12,5		30								
Архангельск			12,5				150							



<sup>23</sup> параметры проекта уточняются

## Камчатка: перевалка СПГ

В аналитическом обзоре «Перспективы и возможности использования СПГ для бункеровки в Арктических регионах России», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников, А. Ю. Григорьев, WWF, 2017 была представлена карта расположения возможных производств СПГ в Арктике и бункеровочных центров. Одним из наиболее привлекательных мест расположения была определена Камчатка.



**Рисунок 17.**

Карта размещения возможных производств СПГ и бункеровочных центров на протяжении СМП

Источник информации: Перспективы и возможности использования СПГ для бункеровки в Арктических регионах России», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников, А. Ю. Григорьев, WWF, 2017

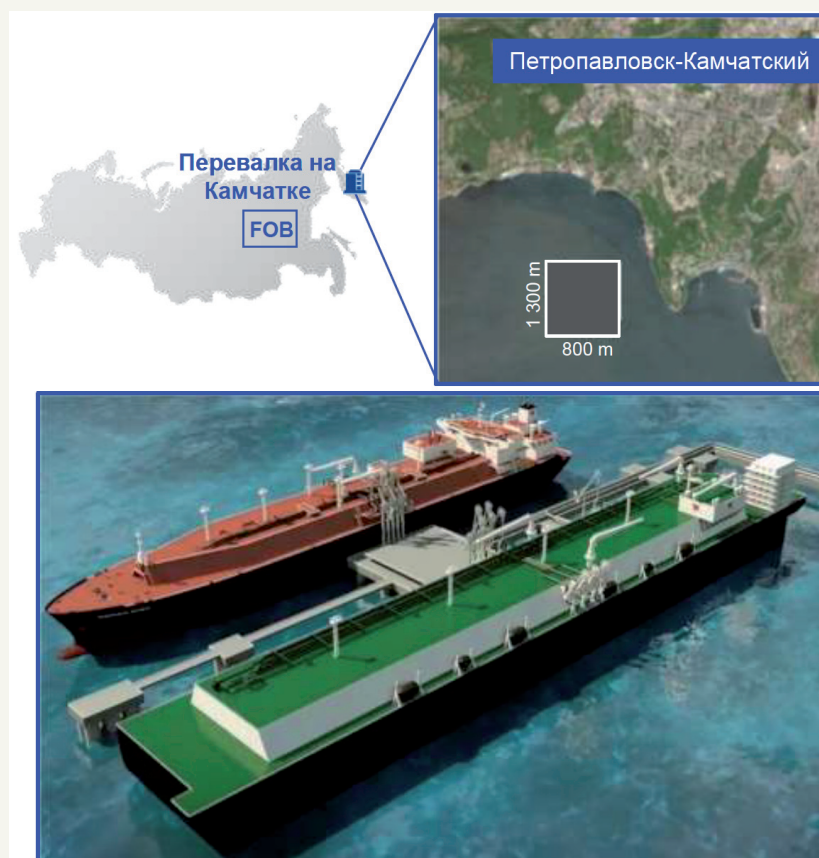
После выхода доклада в августе 2017 года впервые «НОВАТЭК» объявила о желании построить перевалочный терминал на Камчатке<sup>24</sup>. И уже в октябре 2017 года было подписано соглашение между «НОВАТЭК» и Правительством Камчатского края по реализации проекта и для газификации Петропавловск-Камчатского с использованием отпарных газов терминала.

Терминал будет плавучим и предполагалось, что должен располагаться в бухте Моховая в Авачинской губе с мощностью 20 млн тонн в год. Потребители смогут приобретать газ на условиях FOB-терминал. График проекта предполагает ввод терминала в эксплуатацию в 2022–2023 годах.

<sup>24</sup> [https://kamchatinfo.com/news/economics\\_and\\_business/detail/21090/](https://kamchatinfo.com/news/economics_and_business/detail/21090/)

**Рисунок 18.**  
Перегрузочный комплекс  
СПГ на полуострове  
Камчатка

Источник информации:  
«НОВАТЭК»



Уже в начале 2018 года «НОВАТЭК» заявила о готовности удвоения мощности терминала.<sup>25</sup>

В ноябре 2017 года между «НОВАТЭК» и Marubeni Corporation, Mitsui OSK Lines был подписан меморандум по проекту терминала, который включает в себя и возможность совместных инвестиций.<sup>26</sup>

В мае 2018 года «НОВАТЭК» перенесла место реализации терминала СПГ на Камчатке<sup>27</sup> на 77,7 км от ближайшего газопровода. Как это скажется на обещанной газификации Камчатского края, не сообщается. Активное развитие рынка бункеровки СПГ приводит к тому, что в мире становится стандартом наличие возможностей бункеровки судов с плавучих и береговых терминалов СПГ. Таким образом, развивается терминал в Клайпеде. Следует ожидать, что и для терминала на Камчатке будет включена функция бункеровки.

<sup>25</sup> [http://kamchat.info/novosti/novatek\\_mozhet\\_uvelichit\\_mownost\\_spg-terminala\\_na\\_kamchatke\\_do\\_40 mln\\_tonn/](http://kamchat.info/novosti/novatek_mozhet_uvelichit_mownost_spg-terminala_na_kamchatke_do_40 mln_tonn/)

<sup>26</sup> <https://neftegaz.ru/news/view/167164-NOVATEK-podpisal-memorandum-o-vzaimoponimanii-s-Marubeni-i-MOL-po-proektu-perevalochnogo-SPG-terminala-na-Kamchatke>

<sup>27</sup> <https://teknoblog.ru/2018/05/18/89445?from/teknoblog.ru>

## Развитие международного сотрудничества

Глобализация рынка СПГ, развитие малотоннажных операций увеличивают количество операций с СПГ. Не является исключением Арктическая зона:

- в западном направлении СПГ-бункеровка возможна в Норвегии и в ближайшее время станет широко доступна в Балтийской зоне ЕСА
- в восточном направлении возможно получение СПГ для бункеровки с газового хаба «НОВАТЭК» на Камчатке или с планируемых к реализации проектов производства СПГ на Аляске.

### Норвегия

Норвегия является одним из крупных поставщиков газа в Европе. До начала эксплуатации «Ямал СПГ» самый северный завод по производству СПГ в мире был расположен в Хаммерфесте. Объем производства составляет 4,3 млн тонн в год, а поставка газа происходит с месторождения Белоснежка.

Норвегия является пионером использования СПГ для морского водного транспорта и имеет наибольший опыт использования СПГ. Эксплуатация первого парома на СПГ Glutra осуществляется с 2000 года. Для бункеровки судов вдоль всего побережья строятся бункеровочные центры. Ближайшие бункеровочные центры СПГ находятся в Хаммерфесте и Киркенесе достаточно близко к границе России. Бункеровка на них осуществляется с береговых систем хранения СПГ.

**Рисунок 19.** Система инфраструктуры для СПГ бункеровки в районе границы России с Норвегией и завод СПГ в Хаммерфесте

Источник информации:  
<http://www.gie.eu/index.php/maps-data/gle-sslng-map>



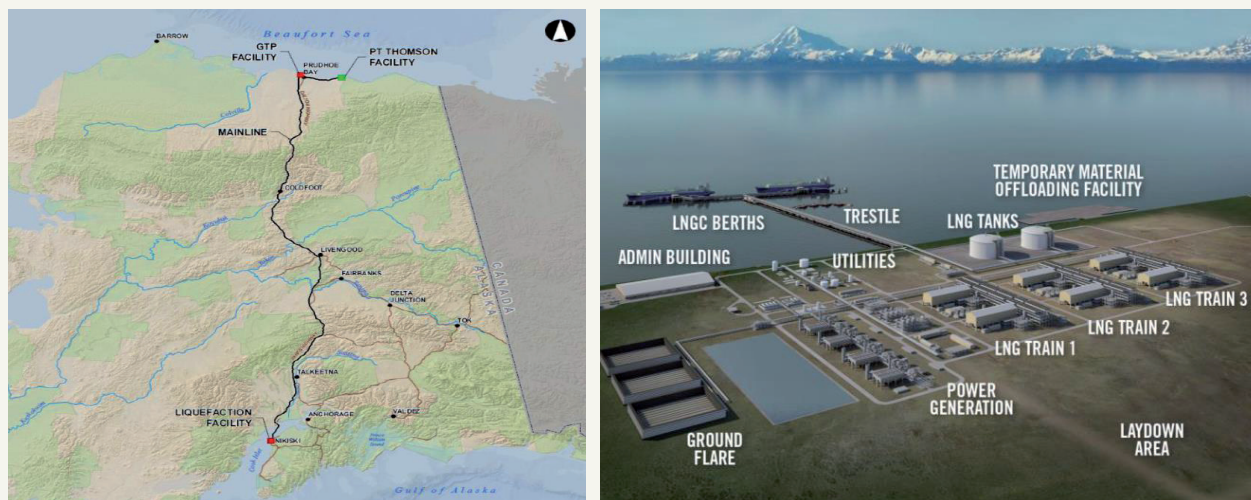
Российские компании активно использовали инфраструктуру норвежского порта Киркенес при перевалке нефти, добытой на Варандее. Аналогично, до развития собственной бункеровки в российской зоне допустимо использовать инфраструктуру Норвегии для перевалки и бункеровки СПГ.

### США (Аляска)

Проект «Аляска СПГ» включает в себя строительство газопровода и мощностей по производству СПГ в Никаске.

Общий объем капитальных вложений превышает 43,2 млрд долл. Период строительства составит 5 лет с 2019 по 2024 год. В конце 2024 года ожидаются первые поставки газа. Проект финансируется за счет частных инвестиций и инвестиций штата Аляска. Общая доля прямых инвестиций составляет 25%. 75% от суммы капитальных вложений предполагается за счет заемных средств стоимостью 5% годовых.

Проект выглядит как интегрированный, но предусматривает возможность толлинга и доступ третьих лиц к мощностям по сжижению.



**Рисунок 20.**  
Схема проекта  
«Аляска СПГ»

Источник информации:  
Alaska Gasline Development  
Corp.

В качестве сырьевой базы рассматриваются месторождения Северный склон на севере Аляски с общими запасами около 990 млрд м<sup>3</sup> (35 трлн куб. футов). Запасов достаточно для обеспечения производства минимум в течение 20 лет. Комплекс по подготовке газа обеспечит удаление CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>S, которые компримируются для обратной закачки в пласт. Поставка газа будет производиться по газопроводу диаметром 1020 мм (42 дюйма), общей протяженностью 1280 км (800 миль) под давлением 143 бар, что обеспечит возможность поставки 94 млн м<sup>3</sup>/сутки. В интересах штата Аляска проект будет поставлять 7–14 млн м<sup>3</sup>/сутки. Завод по сжижению размещается в Никиски рядом с площадкой завода СПГ, запущенного еще в 1969 году. В состав производства входит 3 линии про-

## Бункеровочные центры в Арктике

изводительностью 6,67 млн т/год каждая с общей мощностью 20 млн т/год. Система хранения на заводе включает 2 емкости по 240 000 м<sup>3</sup> и 1 пирс с двумя причальными стенками. Ежемесячно будут отгружаться 15–20 танкеров класса Q-Max.

Вопросы бункеровки судов в Арктике были рассмотрены в аналитическом обзоре «Перспективы и возможности использования СПГ для бункеровки в Арктических регионах России», WWF, 2017. Сегменты и перспективы использования СПГ в качестве бункерного топлива сильно зависят от потенциальной географии использования судов. Это связано с тем, что невозможно быстро создать надежную инфраструктуру по бункеровке СПГ на протяжении всего СМП.

Прежде всего, бункеровочные центры совпадают с заводами по производству СПГ. Кроме того, для обеспечения портовых операций в Арктической зоне и на протяжении СМП потребуется организация портовых пунктов хранения и бункеровки в портах:

- Мурманск и Архангельск с поставкой СПГ с Балтики или Ямал-СПГ. В Архангельске возможно производство СПГ с поставкой газа из ЕСГ
- Диксон с поставкой СПГ с «Ямал-СПГ», «Арктик СПГ-2» или «Норильский СПГ-проект»
- Тикси с поставкой СПГ с «Ямал СПГ» и в летнее время по р. Лена из Центральной Якутии
- Анадырь с поставкой СПГ с собственных мощностей по сжижению или с «Сахалин-2»

Возможно создание бункеровочных центров в Онеге, Нарьян-Маре и Бухте Провиденция.

Первыми судами, использующими СПГ в Российской Арктике, стали газовозы для проекта «Ямал-СПГ».

Предполагаемые бункеровочные центры приближены к портам, населенным пунктам и промышленным районам. Подобное сочетание позволяет создавать единую инфраструктуру по хранению СПГ для бункеровки и для поставки газа потребителями на суше. Объединенная инфраструктура является основой для снижения капитальных и операционных затрат, что повышает доступность СПГ для потребителей любой категории.

При этом хранилища СПГ могут быть как в плавучем, так и наземном исполнении.

**Таблица 8.** Оценка емкости береговых и плавучих терминалов СПГ в Арктике

	Источник СПГ	Итого потребление, т	Объем хранилища, м <sup>3</sup>	Размещение хранилища	FPGU	Бункеровочный центр	Площадка криоцистерн
Мурманск	Архангельск		10 000	on shore	нет	да	да
Кандалакша		–		н/п	н/п	н/п	н/п
Витино		–		н/п	н/п	н/п	н/п
Большой Соловецкий остров	Архангельск	2 234	2 800	FSRU	да	нет	нет
Онега	Архангельск	8 384	8 755	FSRU	нет	да	нет
Архангельск		88 000	3 500	on shore	нет	да	да
Новая Земля (горные проекты)	Архангельск	51 415	32 215	FSRU	да	нет	да
Мезень	Архангельск	4 678	5 862	FSRU	да	нет	нет
Нарьян-Мар	Архангельск	20 000	15 000	FSRU	нет	да	нет
Амдерма	Ямал	772	1 128	FSRU	да	нет	нет
Диксон	Ямал	4 968	6 225	FSRU	да	да	нет
Тайбасс (горные проекты)	Ямал	150 000	93 985	on shore	да	да	да
Дудинка	Норильск	–	–	on shore	нет	нет	да
Караул	Норильск	3 763	5 501	FSRU	да	нет	нет
Хатанга	Ямал	15 232	28 631	FSRU	да	нет	нет
Тикси	Ямал	20 471	38 479	FSRU	да	да	нет
Певек	Ямал	32 128	53 681	FSRU	да	да	нет
Певек (горные проекты)	Ямал	156 522	261 523	on shore	да	да	да
Мыс Шмидта	Анадырь	284	474	FSRU	да	нет	нет
Эгвекиот	Анадырь	22 975	23 992	FSRU	да	нет	нет

*Источник информации:* «Потенциал газификации Арктической зоны Российской Федерации сжиженным природным газом (СПГ)», А.Ю. Климентьев, А.Ю. Книжников, WWF, 2018

Вопросы поставки СПГ потребителям в Арктике подробно рассмотрены в аналитическом обзоре «Потенциал газификации Арктической зоны Российской Федерации сжиженным природным газом (СПГ)», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников, WWF, 2018.

Летом 2018 года на рассмотрение Государственной думы внесен законопроект о предоставлении ГК «Росатом» статуса оператора СМП. В этом статусе «Росатом» будет отвечать за судоходство, навигацию, порты и энергетику СМП<sup>28</sup>. Возможно, что в управление ГК «Росатом» будут

<sup>28</sup> <https://www.kommersant.ru/doc/3695428>

переданы активы портовой инфраструктуры Арктики и ледоколы «Росморпорта», а также ФКУ «Администрация СМП». Единое управление судоходством и портовым хозяйством позволяет решить задачу использования СПГ для бункеровки и для энергоснабжения портов и береговых потребителей с наибольшей эффективностью.

## Транспортировка СПГ и суда-газовозы

Реализуемые российскими компаниями проекты малотоннажных газозвозов предусматривают строительство небольших судов, прежде всего, для бункеровки. Тем не менее, они же могут быть использованы для поставки СПГ потребителю.

Типовой объем перевозки СПГ составляет 3000–7000 м<sup>3</sup> СПГ. При этом суда имеют следующие параметры:

**Таблица 9.** Параметры газозвозов, проектируемых для перевозки газа и бункеровки российскими компаниями

	Вариант 1 «Газпром-нефть» мари-на бункер	Вариант 2 «Онежская верфь»	Вариант 3 «СПГ Горская ОСК»	Вариант 4 «Костромская судовой верфь»	Вариант 5 ОАО «Северное ПКБ»
Объем СПГ, м <sup>3</sup>	3000	3000-5000	7380	3500	3000
Емкости для хранения					
тип	С	н/д	А (мембрана ГТТ)	С	С
количество	2	н/д	4	1	
Дедвейт (море/река), т	2100	7000/4611 (RST22)	3140	2200	2100
Габариты судна, м					
– длина	97	139,95	140	79,9	109,5
– ширина	17	16,83	17,3	16,8	16
– осадка (море/река)	4,5	4,6/3,6	4	4,5	4,2
Двигательная установка					
– мощность		2x1200 кВт 230 кВт	2x1400 кВт 250 кВт	2x1100 кВт	3363
– тип	Wartsilla 6L32 + 2xWartsilla 4L20				
Крионасосы	2x200 м <sup>3</sup> /ч			2x400 м <sup>3</sup> /ч	
Скорость, узлов	13		12	13	13,5
Дальность плавания, миль		4000	5000	3000	3500
Ледовый класс	1В (KM Ice3)	KM Ice2	KM Arc 4	Ice 3	
Экипаж		10	12		16

Источник информации: данные компании, оценки авторов

Объем до 12 тыс. м<sup>3</sup> для транспортировки газа является широко распространенным при перевозке СПГ. Как правило, эти же суда могут использоваться для транспортировки этана, что может повысить ликвидность таких судов и привлечь дополнительные инвестиции в индустрию.

**Таблица 10.** Перечень действующих малотоннажных судов СПГ и этановозов

Тип	Имя	Вместимость, м <sup>3</sup>	Флаг	Год постройки	Владелец
LNG Bunkering	Seagas	170	Швеция	1974	Aga Gas AB
LNG/Eth/LPG	Kayoh Maru	1 517	Япония	1988	Daiichi Tanker Co.
LNG	Aman Bintulu	18 928	Малайзия	1993	MISC
LNG	Surya Aki	19 474	Багамы	1996	P.T. Humpuss
LNG	Aman Sendai	18 928	Малайзия	1997	MISC
LNG	Aman Hakata	18 800	Малайзия	1998	MISC
LNG	Troputra (Surya Satsuma)	23 096	Япония	2000	Mitsui O.S.K. Lines
LNG	Shinju Maru No. 1	2 513	Япония	2003	NS United K.K.
LNG	Pioneer Knutsen	1 100	Норвегия	2004	Knutsen OAS Shipping
LNG	North Pioneer	2 512		2005	Japan Liquid Gas
LNG	Sun Arrows	19 100	Багамы	2007	Mitsui O.S.K. Lines
LNG	Kakurei Maru	2 536	Япония	2008	Tsurumi Sunmarine
LNG	Shinju Maru No. 2	2 536	Япония	2008	NS United K.K.
LNG/Eth/LPG	Coral Methane	7 500	Нидерланды	2009	Anthony Veder
LPG/Eth	Norgas Pan	5 820		2009	
LPG/Eth	Norgas Cahinka	5 820		2009	
LPG/Eth	Norgas Camilla	5 820		2010	
LNG/Eth/LPG	Norgas Creation	10 030	Сингапур	2010	I.M. Skaugen
LNG/Eth/LPG	Norgas Innovation	10 030	Сингапур	2010	I.M. Skaugen
LNG	Akebono Maru	3 556	Япония	2011	NS United K.K.
LNG/Eth/LPG	Norgas Conception	10 030	Сингапур	2011	I.M. Skaugen
LNG/Eth/LPG	Norgas Invention	10 030	Сингапур	2011	I.M. Skaugen
LNG/Eth/LPG	Norgas Unikum	12 000	Сингапур	2011	Teekay Corporation
LNG/Eth/LPG	Bahrain Vision	12 022	Сингапур	2011	Teekay Corporation
LNG	Coral Energy	15 600	Нидерланды	2012	Anthony Veder
LNG	Kakuyu Maru	2 538	Япония	2013	Tsurumi Sunmarine

продолжение Таблицы 10

Тип	Имя	Вместимость, м <sup>3</sup>	Флаг	Год постройки	Владелец
LNG/Eth/LPG	Coral Antheia	6 500	Нидерланды	2013	Anthony Veder
LNG	Hai Yang Shi You 301	31 043		2015	Tsurumi Sunmarine
LNG	JS Ineos Ingenuity	27 566		2015	CNOOC
LNG	JS Ineos Insight	27 566		2015	Thome Shipmngt.
LNG	JS Ineos Intrepid	27 566		2015	Thome Shipmngt.
LNG	HuaXiang8	14 000		2016	Thome Shipmngt.
LNG	JS Ineos Innovation	27 566		2016	Zhejiang Huaxiang
LNG	JS Ineos Inspiration	27 566		2016	Evergas
LNG	Cardissa	6 500	Нидерланды	2017	Shell
LNG	Coralius	5 737	Нидерланды	2017	Anthony Veder
LNG	EngieZeebrugge	5 100		2017	NYK
LNG	JS Ineos Independence	27 566		2017	Evergas
LNG	JS Ineos Intuition	27 500		2017	Evergas
LNG	JS Ineos Invention	27 500		2017	Evergas
LNG	Coral Energy ICE	18 000		2018	Anthony Veder

Источник информации: ODENSE MARITIME TECHNOLOGY, GIGNL 2017

Некоторые газовозы могут транспортировать СПГ, этилен, СУГ. Самые северные суда, осуществляющие бункеровку судов, действуют в Норвегии Coral Methane и Pioneer Knutsen.

# МЕТОДИКА ОЦЕНКИ

В российской Арктической зоне ожидается развитие следующих типов перевозок:

- СПГ-поставки, челночные перевозки нефти в границах Арктической зоны России, поставки угля по новым проектам, планируемых к реализации в Арктической зоне;
- транзитные перевозки Европа — Азия;
- каботаж и портовые операции, рыболовные суда;
- внешние перевозки из / в российские порты;

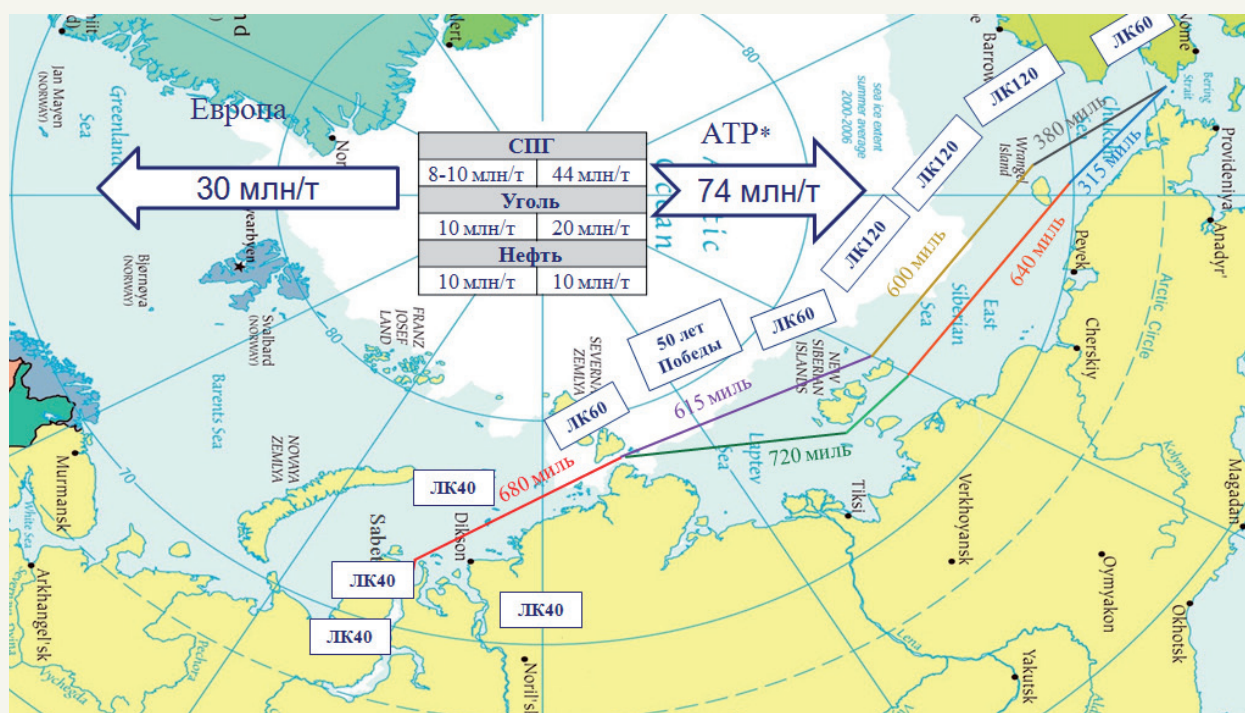
Внешние перевозки из / в порты Мурманск и Архангельск в данной работе не рассматриваются.

Изменение режима судоходства на СМП и постоянная зимняя навигация в восточном направлении, по оценке «Росатомфлота», ожидается с 2030 года. Постоянная навигация возможна после строительства как минимум трех ледоколов типа «Лидер» (ЛК 120). Возможная расстановка ледоколов по СМП в восточном направлении представлена на следующем рисунке. При этом ледоколы ЛК40 в количестве четырех единиц могут использовать СПГ в качестве бункерного топлива.<sup>29</sup>

**Рисунок 21.**

Схема ожидаемых грузопотоков в Арктике после 2030 года

Источник информации: «Росатомфлот»



Для определения потребности в топливе выполняются следующие этапы:

- оценка грузопотока;
- оценка судов для перевозки и их ТТХ;

<sup>29</sup> <https://ria.ru/science/20180201/1513739374.html>

- оценка ледовых условий и потребления топлива;
- определение выбросов от судов в сценарии использования СПГ и нефтяных топлив.

Расчет потребления топлива осуществляется по следующей формуле:

$$F = R \times D / V$$

R — номинальное потребление топлива, равное 225 г/кВт мощности;

D — расстояние перемещения судна;

V — средняя скорость движения судна, скорректированная в зависимости от ледовых условий;

$$D = \sum N \times L$$

N — количество маршрутов;

L — длина маршрута.

При этом для расчета номинального потребления топлива используются следующие предположения по скорости движения на маршруте.

**Таблица 11.** Средняя скорость движения судов в зависимости от ледовых условий

Сплоченность льда, баллы	Транзит	Скорость движения, узлы
до 3	Редкий лед – различного вида плавучий лед, преимущественно битый, равномерно распределенный и занимающий до 30% видимой поверхности моря (сплоченность 1-3 балла)	14
4	Разреженный лед – различного вида битый дрейфующий лед, занимающий более половины видимой поверхности (сплоченность 4-6 баллов)	7
5		6
6		5
7	Сплоченный лед – скопление плавучих льдов, покрывающих около 80% видимой поверхности (сплоченность 7-9 баллов)	4
8-9		2
10	Сплошной лед – сплошная масса, покрывающая все видимое пространство моря (сплоченность 10 баллов)	уточн.

*Источник информации:*

(1) «Особые случаи морской практики». Ленинградское высшее инженерное морское училище им. Адмирала С. О. Макарова, издательство «Морской транспорт», Г. М. Алексеев

(2) Крымский филиал ФГБОУ ВПО «ГМУ им. адм. Ф. Ф. Ушакова» Учебно-методический комплекс дисциплины «Маневрирование и управление судном»<sup>30</sup>

<sup>30</sup> <https://studfiles.net/preview/6162191/>

Ледовые условия, на основании которых оценивается средняя скорость движения, определяются в соответствии с таблицей.

**Таблица 12.** Сплоченность льда

	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Чукотское море												
Восточно-Сибирское море												
Море Лаптевых												
Карское море												
Печорское море												
Баренцево море												
<b>Средняя сплоченность льда (в десятых долях)</b>	<b>Обозначение</b>											
открытая вода 3/10												
4-6/10												
7-8/10												
9-9+/10												
10/10												

*Источник информации:*

Обзор гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане, ГНЦ РФ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт», 2011.

Ликвидация разливов нефти на Арктическом шельфе, Shell, 2013

**Таблица 13.** Максимальная толщина и преимущественная форма льда

	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Чукотское море												
Восточно-Сибирское море												
Море Лаптевых												
Карское море												
Печорское море												
Баренцево море												
<b>Толщина льда, м</b>	<b>Обозначение</b>											
0												
0,1-0,3												
0,3-0,7												
0,7-1,2												
1,2-2,0												
3-5+												
	<b>Преимущественная форма льда</b>											
0	открытая вода											
0,1-0,3	молодой однолетний лед											
0,3-0,7	тонкий однолетний лед											
0,7-1,2	однолетний лед средней толщины											
1,2-2,0	толстый однолетний лед											
3-5+	старый лед											

*Источник информации:*

Обзор гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане, ГНЦ РФ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт», 2011.

Ликвидация разливов нефти на Арктическом шельфе, Shell, 2013

На основании скорректированного грузопотока (**Рисунок 14. Структура грузопотока в географической зоне исследования**) с учетом ледовых условий в течение года определена потребность в топливе (**Таблица 15. Протяженность маршрутов вывоза продукции основных промышленных проектов в Арктике**) и ожидаемые выбросы в атмосферу при судоходстве.

**Таблица 14.** Потребность топлива и выбросы в атмосферу при перевозках с промышленных проектов Арктики в 2030 г. (условия зима-весна)

Перевозки собственные	Оценка 2016 год		Оценка 2018 год	
	НФО	СПГ	НФО	СПГ
Потребление топлива, тыс. т	4 920	4 028	5 304	4 342
CO <sub>2</sub> , млн т	15	11	17	12
CH <sub>4</sub> , тыс. т	1	12	2	13
N <sub>2</sub> O, т	394	201	424	217
прочие углеводороды, тыс. т	12	–	13	–
SO <sub>2</sub> , тыс. т	53	–	57	–
NO <sub>x</sub> , тыс. т	369	93	398	100
CO, тыс. т	36	–	39	–
PM, тыс. т	21	–	22	–
BC, тыс. т	2	–	2	–
OC, тыс. т	4	–	5	–

Источник информации: оценки авторов

В сравнении с аналитическим обзором «Перспективы и возможности использования СПГ для бункеровки в арктических регионах России», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников, А. Ю. Григорьев, WWF, 2017, оценка потребности в топливе несколько повысилась, прежде всего, из-за увеличения прогноза грузопотока на 18 млн тонн с 104 до 122 млн тонн. Рост в оценке потребления топлива незначителен из-за применения более точного расчета затрат топлива для судоходства по различным маршрутам и учета различной ледовой обстановки не по сезонам, а по месяцам.

**Таблица 15.** Протяженность маршрутов вывоза продукции основных промышленных проектов в Арктике

Потребность в топливе	Конечная точка маршрута	Баренцево море	Печорское море	Карское море	Море Лаптевых	Восточно-Сибирское море	Чукотское / Берингово море	Итого
<b>Нефть и конденсат</b>								
«Приразломная»	Мурманск	735	265					1 000
«Варандей»	Мурманск	735	265					1 000
«Новопортовское»	Мурманск	1 300	–	1200				2 500
«Пайяхское»	Мурманск	1 300	–	1200				2 500
«Ямал-СПГ»	Мурманск	1 300	–	850				2 150
«Арктик СПГ 2»	Мурманск	1 300	–	850				2 150
«Долгинское»	Мурманск	1 000	–	0				1 000
<b>СПГ</b>								
«Ямал-СПГ Восток»	Камчатка	–	–	1150	1 000	1 100	3 200	6 450
«Ямал СПГ Запад»	Зеебрюгге	4 000	–	800	–	–	–	4 800
«Арктик СПГ 2 Восток»	Камчатка	–	–	1150	1 000	1 100	3 200	6 450
«Арктик СПГ 2 Запад»	Зеебрюгге	4 000	–	800	–	–	–	4 800
«Печора СПГ Восток»	Камчатка	1 590	–	810	1 000	1 100	3 200	7 700
«Печора СПГ Запад»	Зеебрюгге	3 600	–	–	–	–	–	3 600
<b>Руды и концентраты</b>								
«Норильский никель»	Мурманск	1 300	–	1400				2 700
«Павловское месторождение»	Мурманск	800	–					800
«Майский ГОК»	Мурманск	1 300	–	1200	1 000	1 200		4 700
«Песчанка»	Мурманск	1 300	–	920	1 200			3 420
«Томтор»	Мурманск	1 300	–					
<b>Уголь</b>								
«Тайбасс Восток»	м. Дежнева	–	–	850	1 000	1 100	900	3 850
«Тайбасс Запад»	Мурманск	1 300	–	600				1 900

Источник информации: оценки авторов

Таблица 16. Сезонность и направления поставки продукции основных промышленных проектов в Арктике

Потребность в топливе в пересчете на НФО, т	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
	ВСЕГО											
УВС	УВС											
	<b>Нефть и конденсат</b>											
«Приразломная»	26 571											
«Варандей»	107 623											
«Новопортовское»	183 666											
«Пайяхское»	273 312											
«Ямал-СПГ»	35 681											
«Арктик СПГ 2»	53 522											
«Долгинское»	53 423											
Прочее												
	<b>СПГ</b>											
«Ямал-СПГ»	50 293											
«Ямал СПГ 4»	7 819											
«Арктик СПГ 2»												
«Арктик СПГ 2» (4-5 очередь)	105 035											
«Печора СПГ»	10 565											
	<b>Руды и концентраты</b>											
«Норильский никель»	50 293											
«Павловское Месторождение»	7 819											
«Майский ГОК»	105 035											
«Песчанка»												
«Томтор»	10 565											
	<b>Уголь</b>											
«Тайбасс»	643 260											
<b>ИТОГО</b>	<b>5 303 584</b>											
	западный маршрут											
	восточный маршрут											
	перерыв в судоходстве											

Источники информации: оценки авторов

## ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За прошедший год с момента выхода первого исследования WWF индустрия СПГ активно развивалась в мире. Сохранение устойчивой позиции IMO по введению ограничений по сере для судовых топлив подталкивает судовладельцев к активным действиям по переходу

на использование низкосернистых топлив. Ужесточение требований IMO к выбросам SO<sub>x</sub> и внедрение требований к выбросам NO<sub>x</sub> и парниковых газов усилит конкурентные позиции СПГ на рынке судовых топлив.

В 2017 году официально озвучена позиция Минприроды России по поддержке использования СПГ для целей бункеровки — гриншипинг.<sup>31</sup> В рамках Арктического совета Минприроды России намеревается реализовать проект перехода судов на газовое топливо.

Российская Федерация усиливает свой контроль над Арктикой и реализуемым в этом регионе проектам промышленного развития. С этой целью законодательно с 2017 года установлено, что нефть и газ, уголь по СМП могут перевозить только суда под российским флагом.<sup>32</sup> Национальная юрисдикция над перевозками углеводородов может существенно облегчить введение нормативных требований по используемым топливам в Арктике, что усилит контроль над экологической обстановкой и позволит активнее использовать СПГ.

В конце 2017 года Министерство промышленности и торговли России провело аукцион на проведение работ по переводу одного судна на СПГ, строительство СПГ-бункеровщика и проведение исследовательских работ по использованию СПГ для бункеровки судов.

Исследовательские работы направлены на создание технологии для решения задач логистической поддержки сервиса бункеровки судов ГМТ и определения необходимого состава бункеровочной инфраструктуры на внутренних водных путях РФ и включают в себя не только потенциал бункеровки на море, но и бассейны рек Енисей, Иртыш и Оби.

Плачевное состояние научно-исследовательского флота, к сожалению, для России уже обычная ситуация.<sup>33</sup> В предыдущем исследовании мы отмечали необходимость модернизации научного флота и использования СПГ на новых судах. Наш прогноз по инвестициям государства в научно-исследовательский флот подтверждается путем отработки СПГ-технологий на НИС «Профессор Павловский».<sup>34</sup>

За счет федерального бюджета выделяется финансирование в размере 320 млн ₽ в период до 2019 года. Ожидается, что в 2020 году судно «Профессор Павловский» будет переоборудовано на использование СПГ.

<sup>31</sup> <https://marine.gov.ru/events/morskaya-kollegiya/1185/>

<sup>32</sup> <https://www.kommersant.ru/doc/3502835>

<sup>33</sup> <https://vz.ru/news/2017/10/3/889433.html>

<sup>34</sup> <http://zakupki.gov.ru/epz/order/notice/ok44/view/common-info.html?regNumber=0173100009517000196>

Одним из первых указов Президента Российской Федерации В. В. Путина после выборов в 2018 году был указ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.», в котором содержалось поручение по разработке комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры Северного морского пути и увеличения грузопотока по нему до 80 млн тонн к 2024 году.<sup>35</sup>

Реализация проекта «Ямал СПГ» в срок и в рамках бюджета, синхронизированное с этим развитие инфраструктуры судоходства по СМП, строительство новых ледоколов снижают риски судоходства в долгосрочном периоде, повышается оптимизм в ожиданиях экономических субъектов, доверие к СМП.

В результате на СМП приходят новые грузы, и прогноз общего грузопотока постоянно увеличивается. Так, в 2017 году заявлено о поставке через порт Хатанга на СМП концентратов редкоземельных металлов с месторождения «Томтор» в объеме 150 тыс. тонн в год и дополнительно около 960 тыс. тонн концентрата золотомедных концентратов Баимской площади. Помимо грузопотоков новых горных проектов в Арктике ожидается существенный рост производства СПГ к 2030 году. Вполне вероятно, что он произойдет в рамках проекта «Арктик СПГ 2» в виде 4–5 очередей.

В итоге ожидаемый объем перевозок в Арктике к 2035 году достигает 122 млн тонн, повысившись на 18 млн тонн относительно оценки предыдущего исследования.

Ожидаемое развитие инфраструктуры в Российской Арктике притягивает внимание потребителей со всего мира: в конце 2016 г. компания Saudi Aramco заявила о готовности рассматривать участие в российских СПГ-проектах.<sup>36</sup>

СПГ может поставляться с различных проектов СПГ в российской Арктической зоне. Дополнительные возможности бункеровки возникают при международном сотрудничестве и использовании норвежских СПГ-терминалов и бункеровочных центров, а также при использовании СПГ, производимого на проекте «Аляска СПГ».

Интенсивное развитие Арктики потребует поставок судового топлива в объеме около 5,3 млн тонн в год, создания инфраструктуры для перевалки, хранения и бункеровки для нужд транзита и вывоза нефти, угля и газа. Развитие бункеровки СПГ создает условия для газоснабжения населения и промышленных проектов.

Сжиженный природный газ может выступить в качестве энергоносителя, обеспечивающего промышленное развитие и транспорта в Российской Арктике на условиях устойчивого экологического развития.

<sup>35</sup> <https://rg.ru/2018/05/08/president-ukaz204-site-dok.html>

<sup>36</sup> <http://www.worldoil.com/news/2017/12/21/saudi-aramco-embarks-on-global-hunt-for-natural-gas-supplies>

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г.
2. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 г.». Одобрена на совещании членов Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации 28 сентября 2012 г.
3. Распоряжение Росморречфлота от 18.12.2015 N СГ-421-р (ред. от 06.07.2016) «О категориях средств навигационного оборудования и сроках их работы, гарантированных габаритах судовых ходов, а также сроках работы судоходных гидротехнических сооружений в навигации 2016–2018 годов».
4. ФГКУ «Администрация Северного морского пути» <http://www.nsra.ru/>
5. «Возобновляемые источники энергии в изолированных населенных пунктах Российской Арктики.» Бердин В. Х., Кокорин А. О., Юлкин Г. М., Юлкин М. А., Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017
6. Материалы V-го международного форума «Арктические проекты — сегодня и завтра», г. Архангельск, 19–20 октября 2017 г.
7. «ВОЗМОЖНОСТИ СУДОСТРОЕНИЯ В СОЗДАНИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ» В. С. Никитин, Ю. А. Симонов, В. Н. Половинкин ФГУП Крыловский государственный научный центр (Санкт-Петербург, Российская Федерация) В. А. Волков, А. П. Илюшкин ОАО ЦКБ «Монолит» (Городец Нижегородской области, Российская Федерация) В. В. Рыжков ЗАО «Атомэнерго» (Санкт-Петербург, Российская Федерация), Арктика: экология и экономика № 1 (25), 2017
8. Аналитический обзор «Перспективы и возможности использования СПГ для бункеровки в арктических регионах России», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников, А. Ю. Григорьев, WWF, 2017
9. «Потенциал газификации Арктической зоны Российской Федерации сжиженным природным газом (СПГ)», А. Ю. Климентьев, А. Ю. Книжников, WWF, 2018
10. Крымский филиал ФГБОУ ВПО «ГМУ им. адм. Ф. Ф. Ушакова» Учебно-методический комплекс дисциплины «Маневрирование и управление судном»<sup>37</sup>
11. «Особые случаи морской практики». Ленинградское высшее инженерное морское училище им. Адмирала С. О. Макарова, издательство «Морской транспорт» Г. М. Алексеев. МОСКВА — 1959
12. «Обзор гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане», ГНЦ РФ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», 2011
13. «Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы», С. А. Патин, ВНИРО, 2008
14. «Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе», Shell, 2013
15. «World LNG Report» — International Gas Union, 2017 Edition
16. «Small Scale LNG. Program Committee» — International Gas Union, 2015
17. FUEL ALTERNATIVES FOR ARCTIC SHIPPING, VARD, April 2015
18. «Maritime forecast to 2050». Energy Transition Outlook 2017, DNV GL
19. «LNG marine fuel applications» CEE Analytics and Modeling, November 2016
20. «Slow steaming to 2020: Innovation and inertia in marine transport and fuels», Columbia SIPA Center on Global Energy Policy, August 2017
21. «North European LNG Infrastructure Project. A feasibility study for an LNG filling station infrastructure and test of recommendations. » Danish Maritime Authority. 2013
22. North sea route information office <http://www.arctic-lio.com>
23. «A review of demand prospects for LNG as a marine transport fuel.», Chris N Le Fevre, Oxford Institute for Energy Studies, June 2018

<sup>37</sup> <https://studfiles.net/preview/6162191/>



**Миссия WWF**  
Остановить деградацию естественной среды планеты для достижения гармонии человека и природы.

[www.wwf.ru](http://www.wwf.ru)