

А.Н. Бакагин

---

## ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ БУНКЕРОВКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ДРАЙВЕРА РАЗВИТИЯ БУНКЕРОВОЧНОЙ ОТРАСЛИ В ПОРТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Представлена оценка экономического воздействия бункеровки сжиженного природного газа как движущей силы для формирования и динамичного развития бункеровочной отрасли в целом, что определяет стратегические векторы и точки приложения усилий для достижения максимальных экономических результатов. Выявлены преимущества сжиженного природного газа в качестве топлива в судовых двигателях по сравнению с другими видами топлива. Отражение показателей развития бункеровочной отрасли в портах РФ позволило сформировать основу для стратегического развития при долгосрочном горизонте планирования. Представлено экономическое обоснование бункеровки сжиженного природного газа в качестве драйвера бункеровочной отрасли в портах РФ.

*Ключевые слова:* сжиженный природный газ, бункеровка сжиженного природного газа, бункеровочная отрасль, экономическое развитие, драйвер, экономическое развитие.

A.N. Bakatin

---

## ECONOMIC JUSTIFICATION OF LNG BANKING AS AN ADDITIONAL DRIVER FOR DEVELOPMENT OF THE BUNKING INDUSTRY IN THE PORTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

---

The article presents an assessment of the economic impact of LNG bunkering as a driving force for the formation and dynamic development of the bunkering industry as a whole, which determines the strategic vectors and points of application of efforts to achieve maximum economic results. The advantages of LNG as a fuel in marine engines in comparison with other types of fuel are revealed. The reflection of the indicators of the development of the bunkering industry in the ports of the Russian Federation made it possible to form the basis for strategic development with a long-term planning horizon. The economic justification of LNG bunkering as a driver of the bunkering industry in the ports of the Russian Federation is presented.

*Keywords:* liquefied natural gas, LNG bunkering, bunkering industry, economic development, driver, economic development.

В настоящее время природный газ представляет собой наиболее безопасное, экологичное и экономичное топливо, поскольку данный энергоноситель является готовым топливом по более низкой цене в сравнении с дизельным топливом и бензином. На основании классификации МЧС

природный газ относится к самому безопасному классу горючих веществ [1].

В качестве энергоносителя сжиженный природный газ (далее – СПГ) обладает широким перечнем преимуществ в сравнении с другими видами альтернативного топлива: сжиженного нефтяного газа, ме-

**Бакатин Александр Николаевич**

соискатель ученой степени. Сфера научных интересов: транспорт, водный транспорт (погрузочно-разгрузочная деятельность, снабжение, логистика).

Электронная почта: elantra1980@yandex.ru

танола, аммиака, водорода и биодизельного топлива. Можно отметить, что СПГ дешевле других видов топлива за счет более высокой объемной теплоты сгорания. Эксперты прогнозируют, что в долгосрочном горизонте планирования природный газ будет оптимальным по надежности и чистоте заменителем нефтяного топлива [10].

Природный газ в качестве моторного топлива обладает высокими экологическими характеристиками в сравнении с идентичными видами жидкого топлива, уступая только водороду. Одновременно с этим Российская Федерация имеет крупнейшие разведанные запасы природного газа в мире [7]. Большинство данных запасов размещено в арктической зоне, соответственно, при производстве СПГ возможно осуществлять бункеровку СПГ в крупнейшие мировые центры потребления, используя Северный морской путь, а также обеспечивая значительную долю местных судов топливом.

Перспективы развития производства и бункеровки СПГ в России формируются на основании того, что в XXI веке большинство российских газоносных месторождений будут располагаться в северных регионах и районах, неблагоприятных для строительства и последующей транспортировки природного газа. Данные тенденции определяют необходимость строительства заводов по сжижению природного газа и его последующей бункеровке. Стратегическим направлением развития газовой промышленности Российской Федерации является морская добыча, так

как крупнейшими проектами при расширении добычи газа являются решения, обеспечивающие использование потенциала континентального шельфа и северных морских территорий.

Процедуры сжижения природного газа для последующей транспортировки и использования как более чистого ископаемого топлива для промышленных и сопутствующих целей определяют рост экономической эффективности использования сжиженного природного газа. Транспортные компании стратегически диверсифицируют бункеровку СПГ в рамках соблюдения данной тенденции. За счет повышения мощности при бункеровке СПГ происходит расширение его использования – в качестве источника судового топлива и более чистой энергии вместо угля и нефти.

С 1 января 2020 года в рамках Конвенции MARPOL вступили в силу ограничения на использование высокосернистого топлива: судам запрещено сжигать топливо, имеющее содержание серы свыше 0,5%, что определяет динамичное развитие бункеровки СПГ на мировом и российском рынках, а также выступает в качестве драйвера развития бункеровочной отрасли [10].

Транспортный комплекс, функционирующий за счет использования СПГ, принявший Программу по минимизации парниковых выбросов, получит значительные преференции, включая полный допуск в морские порты [8]. Разработанная система сдерживания экологических последствий минимизирует затраты на

Экономическое обоснование бункеровки сжиженного природного газа как дополнительного драйвера развития бункеровочной отрасли в портах РФ

топливо в общей структуре затрат, что в свою очередь позволит сократить ставки на перевозки и увеличит уровень конкурентоспособности судов на рынке фрахтования. Таким образом, использование бункеровки СПГ позволит не только повысить экономические показатели, но и улучшить экологическую обстановку в портах за счет сокращения загрязнений воздушной среды [12].

Использование СПГ в качестве бункерного топлива оптимально для использования на судах, перевозящих газ, а также крупнотоннажных судах, имеющих возможности для перевоза оборудования и резервуаров для топлива.

По оценке Международного энергетического агентства (IEA), к 2025 году объем использования сжиженного газа как судового топлива достигнет более чем 10 млрд куб. м, в основном за счет контейнеровозов [2].

Перевод флота на альтернативные источники питания стимулирует разработку

инфраструктуры для бункеровки соответствующим топливом, что определяет повышенный интерес к использованию альтернативного топлива как среди судовладельцев, так и среди мировых морских портов – бункеровочных центров. Соответственно, порты с целью удовлетворения потребностей в СПГ-топливе для бункеровочных операций концентрируются на развитии сегмента бункеровки в целом [3].

Анализ исследований [7–9] показал, что в настоящее время экономическое воздействие бункеровки СПГ как дополнительного драйвера развития бункеровочной отрасли в портах РФ не изучено в полной мере, что определяет необходимость дополнительного изучения.

На Рисунке 1 представлены динамика и прогноз СПГ в мировой торговле природным газом [11; 12].

Динамично возрастающая роль природного газа в топливной инфраструктуре определяет расширение инфраструк-

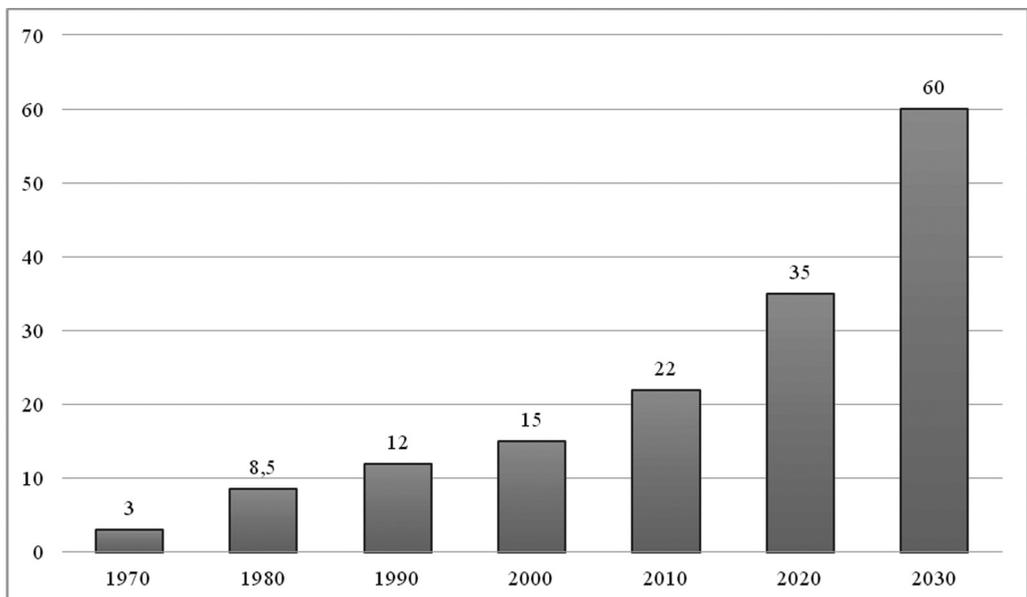


Рисунок 1. Динамика и прогноз доли СПГ в мировой торговле природным газом, %

турного обеспечения и рынка реализации СПГ. Сектор СПГ представляет собой один из наиболее экономически перспективных секторов энергетической отрасли за счет среднегодового прироста на 10% в год при одновременном росте газопроводного сектора на 2,4% ежегодно.

В 2020 году доля СПГ в мировой торговле газом составила 35%, увеличившись с 3% в 1970 году [12]. Так, в 2030 году экспертами прогнозируется рост до 60% от мировой торговли природным газом [11]. В долгосрочной перспективе переход на данный вид топлива обеспечит соблюдение всех экологических требований, поэтому необходимо обеспечить развитие парка морских судов, использующих СПГ в качестве топлива, а также сопутствующей инфраструктуры для бункеровки.

В настоящее время на мировом и отечественном уровнях использование СПГ, а соответственно, и бункеровки СПГ не представлено широко, так как применение газомоторного топлива является «одним из приоритетов государственной энергетической политики, а крупнейшие российские компании уже начали проявлять интерес к морскому транспорту на СПГ» [5].

Сегодня ключевым рынком бункеровки СПГ выступает ЕС: на основании данных Det Norske Veritas Germanischer Lloyd (DNV GL) [8], в настоящее время 120 судов используют СПГ в качестве топлива, при этом большинство из них эксплуатируется в Европе, помимо этого, динамично развивается сопутствующая инфраструктура, а также различные способы бункеровки: «берег – судно», «судно – судно» и «автоцистерна – судно» [8]. К 2025 году капитализация европейского рынка бункеровки СПГ составит 12 млрд долл. [11], а к 2030 году потребность флота в СПГ достигнет 8 млн т в год [12].

При этом остальные страны динамично развиваются на рынке СПГ и бункеровки СПГ: ключевые сегменты представлены Юго-Восточной Азией, Северной Америкой и Ближним Востоком, соответственно, их интересы направлены на диверсификацию сегмента СПГ при его использовании в качестве судового топлива, что также позволит расширить и развить бункеровочную отрасль. На основании оценки DNV GL, к 2025 году в мире число судов, работающих на газомоторном топливе, подойдет к отметке 300–400 единиц, что увеличит емкость рынка СПГ до 2,5 млн т в год [8].

В Таблице 1 представлен анализ стоимости 20-летнего цикла жизни судна при использовании различных видов топлива [8].

Таким образом, в зависимости от мощности двигателя капитальные расходы на 1 кВт мощности для газового двигателя выше в сравнении с двигателем, использующим нефтепродукты. Учитывая расходы на скруббер, удельные затраты на использование судов на СПГ значительно снижаются в сравнении с аналогичными моделями на СПГ. В связи с этим индустрия демонстрирует преобладающий вектор развития на фоне ужесточения экологических требований, то есть СПГ представляет собой не только экологически чистое, но и экономически эффективное топливо для морских судов.

Переход на СПГ на морских судах позволит решить следующие задачи:

1. Снижение затрат на топливо в сравнении с нефтепродуктами, что является значимым аспектом, особенно для удаленных регионов, в которых планируется производство СПГ, а нефтяное топливо имеет высокую стоимость из-за высоких логистических затрат [8; 9].

2. Расширение возможностей парка морских судов на СПГ за счет соблюдения

Экономическое обоснование бункеровки сжиженного природного газа как дополнительного драйвера развития бункеровочной отрасли в портах РФ

Таблица 1

**Анализ 20-летнего цикла жизни судна на разных видах топлива, млн долл.**

Тип топлива	Мощность двигателя, кВт	Операционные расходы	Стоимость двигателя	Стоимость скруббера	Капитальные расходы	Стоимость владения судном
СПГ						
Малое судно	1584	22,13	1,45	0	1,45	23,58
Среднее судно	4050	48,75	2,54	0	2,54	51,29
Большое судно	7800	84,23	5,76	0	5,76	89,99
Нефтепродукты						
Малое судно	1600	24,79	0,84	1,5	2,64	27,43
Среднее судно	4500	64,19	2,33	1,8	4,51	68,7
Большое судно	9240	120,53	5,88	2,1	8,46	128,99

экологических требований к топливу и выбросам, действующим при осуществлении международных грузовых и пассажирских перевозок.

3. Возможность использования СПГ определяет развитие сопутствующей инфраструктуры бункеровки СПГ, в рамках которой бункеровочные базы будут развиваться на основании потребностей зарубежных и российских компаний [3; 4].

Кроме того, СПГ представляет собой один из альтернативных энергоносителей – преобладает в сегменте за счет решения широкого перечня инженерных задач при использовании в качестве топлива. Присутствие СПГ в качестве бункеровочного топлива определяется технологическими разработками на морском флоте в соответствии с общемировыми тенденциями. Данные тенденции определяют стремление к наращиванию флота, использующего СПГ, а также портовой инфраструктуры для бункеровки.

На основании прогнозных данных, минимальный и максимальный сценарии спроса на СПГ значительно варьируются. При этом прогнозируется, что к 2025 году сегмент бункеровочного топлива в общем объеме газомоторного рынка составит около 25 млрд куб. м [8; 11; 12].

На Рисунке 2 представлены сценарии мирового спроса на СПГ к 2025 году [8; 11; 12].

Таким образом, российскому морскому флоту необходимо осуществлять стратегию развития на основании действующих общемировых тенденций по использованию альтернативных источников энергии, поскольку это позволяет не только повысить уровень экономической эффективности, но и избежать штрафных санкций.

СПГ применяется для широкого перечня морских судов, изучение конъюнктуры рынка бункеровки СПГ демонстрирует отсутствие ограничений в зависимости от типа или специализации судна. Таким образом, значимым вектором развития является расширение инфраструктуры по обслуживанию и бункеровке СПГ российского и иностранного флота в портах РФ за счет внедрения береговых структур бункеровки (береговые СПГ-бункеровочные базы) и флота (СПГ-танкеры-бункеровщики).

Активное использование СПГ в качестве топлива для водного транспорта формирует базис для строительства заправочных станций, разработки бункеровочной инфраструктуры и сопутствующего развития портов Балтийского и Черного морей, а также арктических территорий [4].

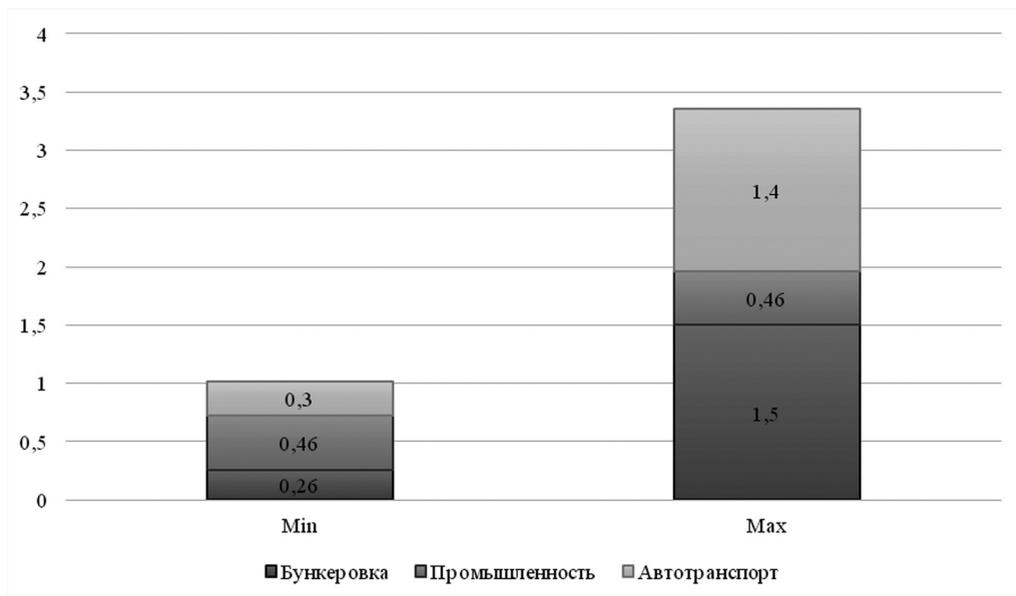


Рисунок 2. Сводный сценарный прогноз спроса на СПГ к 2020 году по секторам экономики, млн т

Экспертами прогнозируется, что данные центры будут сооружены преимущественно для обеспечения европейских потребителей, а также стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

В настоящее время Правительством РФ рассматривается проект строительства в ряде портов бункеровочных СПГ-баз для заправки специализированных судов. Планируется, что такую инфраструктуру создадут в 15 портах, среди которых Большой порт Санкт-Петербург, Усть-Луга, Туапсе, Ростов-на-Дону, Владивосток, а также Ванино и Находка [2; 9; 10]. Реализация данного проекта позволит удовлетворить возросший спрос на использование СПГ в качестве топлива для морских судов за счет внедрения международных экологических требований [8].

Нормативно-правовая база, регламентирующая использование СПГ и бункеровку судов в портах, должна формироваться прямо сейчас, несмотря на то что процессы регулирования только зарождаются.

Использование СПГ в качестве топлива в судовых двигателях, а также для обеспечения нужд корабля во время стоянки позволяет минимизировать выбросы, сдерживать рост загрязнений и соблюдать ужесточающиеся экологические ограничения Международной морской организации (ИМО).

На Рисунке 3 представлена разница между содержанием загрязняющих веществ в отработавших газах различных видов судового топлива [8; 9].

СПГ обладает существенными экологическими преимуществами по сравнению с другими видами ископаемого топлива. Согласно недавнему отчету РАМЕ [8], при использовании СПГ выбросы парниковых газов сокращаются до 20%, оксидов серы – на 100%, оксидов азота – более чем на 90%, сажи и твердых частиц – на 98% по сравнению с нефтяными видами топлива. В условиях постоянно ужесточающихся требований к нефтяному топливу и потенциальному запрету использования мазута

Экономическое обоснование бункеровки сжиженного природного газа как дополнительного драйвера развития бункеровочной отрасли в портах РФ

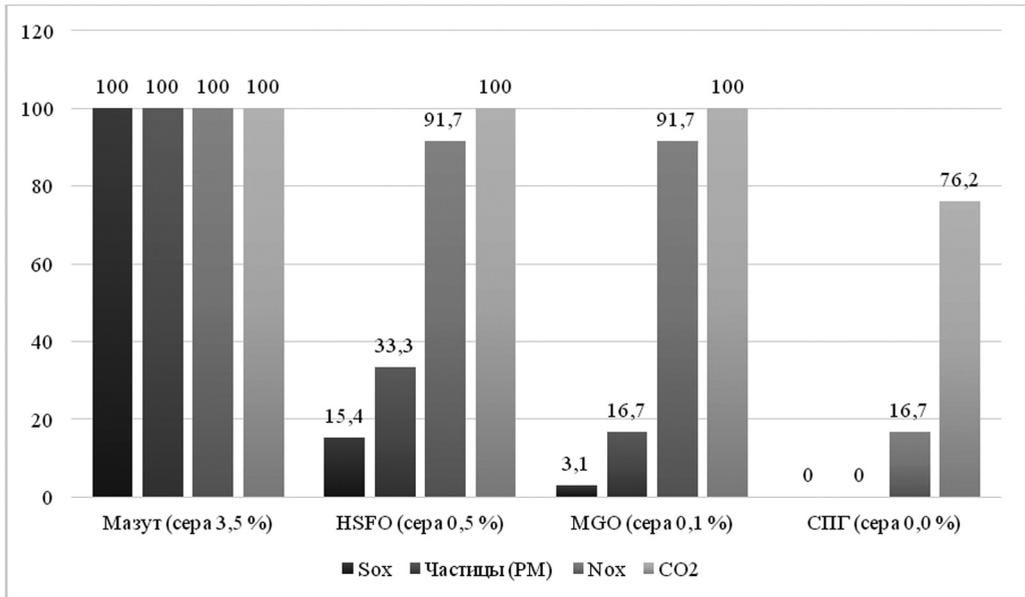


Рисунок 3. Относительное содержание загрязняющих веществ в отработавших газах различных видов судового топлива, %

в Арктике по требованиям ИМО переход на СПГ позволит удовлетворять всем действующим и планируемым экологическим требованиям вплоть до 2050 года.

Таким образом, СПГ представляет собой один из наиболее перспективных видов топлива в судоходстве, что определяется действующей экологической и климатической повесткой в мире и повышением доступности СПГ за счет конкурентоспособных цен.

С 2019 года стоимость бункеровки СПГ идентична бункеровке мазута в европейских портах преимущественно в связи с развитием Балтики как места для бункеровки СПГ. Наибольшая доля судов на СПГ осуществляет деятельность в европейской зоне, при этом на магистральных и составных маршрутах также возрастает численность судов, использующих СПГ.

Стоимость СПГ рассчитывается на основании конкурентной цены и операционных расходов для осуществления операций:

Стоимость СПГ = Капитальные расходы +  
+ Операционные расходы.

Формула для расчета себестоимости базируется на формуле точки безубыточности:

$$\begin{aligned} \text{Точка безубыточности} &= \\ &= \frac{\text{Постоянные затраты}}{\text{Выручка} - \text{Переменные затраты}} \times \\ &\quad \times \text{Выручка.} \end{aligned}$$

Основное преимущество отечественных производителей СПГ и бункеровки СПГ перед европейскими производителями заключается в низкой стоимости исходного сырья. В себестоимость СПГ из США добавляются услуги на транспортировку до европейских портов. Так, конкурентная себестоимость СПГ с учетом всех расходов и срока окупаемости проекта в 10 лет представлена на Рисунке 4 [9].

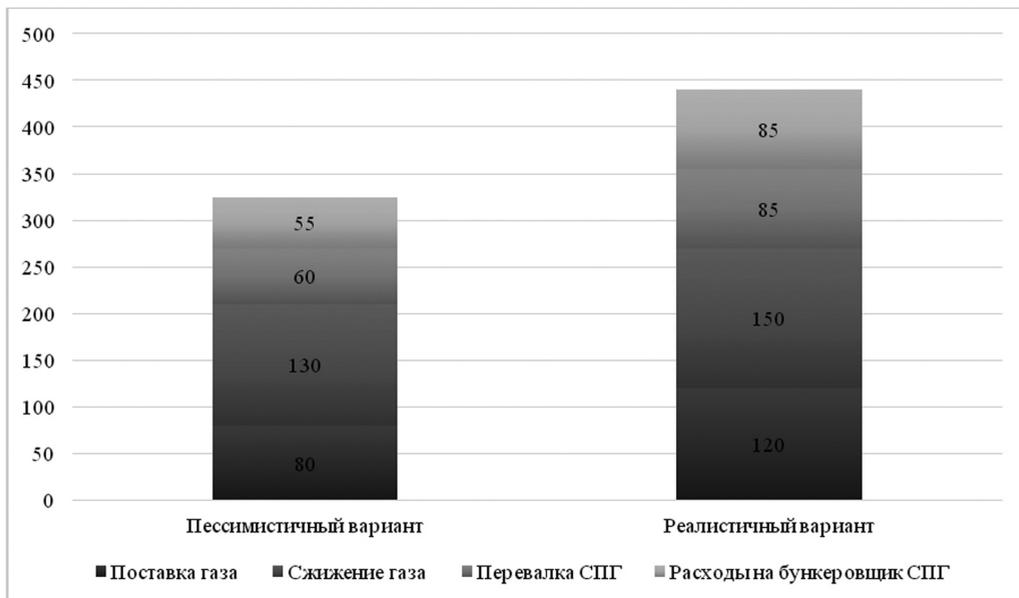


Рисунок 4. Минимальный и оптимальный варианты реализации СПГ как бункеровочного топлива, долл. за тонну

На основании разработанного проекта [4], стоимость сжижения газа при окупаемости проекта 10 лет и операционных расходах, равных 5% от капитальных, составит 130–150 долл. за тонну.

Учитывая данные отчета [3], расходы на перевалку СПГ на начальных этапах составят от 55 долл. за тонну. Помимо этого, добавляются расходы на определение стоимости бункеровки: постройка судна-бункеровщика, оценка себестоимости перевозки СПГ до потребителя [9].

Стоимость самого процесса бункеровки оценивается в 50–55 долл. за тонну. Однако на начальных этапах работы судна при небольших объемах бункеровки эта сумма может доходить до 100 долл. за тонну [4].

Таким образом, по пессимистичному сценарию, стоимость СПГ составит 325 долл. за тонну, а по реалистичному сценарию, который реализуется при повышении исходной цены на газ, а также недостаточных объемах бункеровки, – 400 долл. за тонну. Таким образом, конкурентная цена

СПГ как бункеровочного топлива должна находиться в пределах 350–400 долл. [3; 4; 9], что должно учитываться при экономическом обосновании бункеровки СПГ в качестве драйвера развития бункеровочной отрасли в портах РФ.

Важным преимуществом СПГ является его ценовая конкурентоспособность. Газ для производства СПГ добывается в Арктике, СПГ там же и производится, то есть отсутствуют транспортные затраты на доставку топлива. По ряду оценок, СПГ обеспечит не только ценовую выгоду для потребителя до 40% по сравнению с нефтяными видами топлива, но и за счет более короткого времени на маршрут приведет к снижению выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов [5].

Можно сказать, что использование СПГ для перевозок и реализации крупных промышленных проектов позволит реализовать сценарий устойчивого развития за счет снижения топливных затрат, следовательно, повышения долгосрочной конку-

Экономическое обоснование бункеровки сжиженного природного газа как дополнительного драйвера развития бункеровочной отрасли в портах РФ

рентоспособности арктических проектов и обеспечения экологической безопасности. Большую роль в росте использования СПГ в России будут играть развитие нормативной базы и деятельность национального регистра судоходства [4].

Для Российской Федерации успешный опыт использования судов на СПГ по Северному морскому пути определяет достижение стратегических индикаторов развития арктических территорий РФ. Одновременно с этим необходимо учитывать повышение значимости соблюдения требований экологической безопасности судоходства [5].

Увеличение грузопотока определяет рост потребляемого топлива, что оказывает негативное воздействие на состояние атмосферного воздуха в регионе, а также повышает риски разлива топлива. Объем завозимого нефтяного топлива в труднодоступные регионы является одной из причин его высокой стоимости, что формирует предпосылки для СПГ в качестве локомотива развития судоходства и сопутствующей инфраструктуры бункеровки.

Главным экологическим преимуществом перехода на СПГ является полное устранение такого существенного риска, как угроза аварийных разливов нефтепродуктов.

В этом есть не только несомненные экологические преимущества, но и экономический выигрыш, поскольку не нужно вкладывать колоссальные средства в развертывание инфраструктуры реагирования на разливы нефти [3].

Сжиженный природный газ обладает значительным потенциалом в качестве судового топлива на основании экономической эффективности и экологических характеристик. Удельный вес коммерческих судов, использующих газомоторное топливо, будет динамично возрастать, что определяет необходимость развития бункеровочной инфраструктуры.

Под воздействием жестких ограничений баланс в портфеле топливных операторов достаточно быстро перейдет от традиционного для отрасли высокосернистого мазута в пользу дистиллятов и сжиженного природного газа, а также гибридного топлива – тяжелых низкосернистых дистиллятов [8].

Помимо экологических преимуществ, привлекательность перехода на СПГ обеспечивает фактор цены. На протяжении последних лет наметилась тенденция повышения расходов судовладельцев ввиду роста стоимости жидкого моторного топлива. Сжиженный природный газ в большинстве случаев дешевле, что делает его применение экономически обоснованным.

Таким образом, по результатам оценки экономической эффективности использования СПГ, необходимо отметить её повышение за счет минимизации эксплуатационных расходов, повышения экологичности и надежности обеспечения потребителей. Применение бункеровки СПГ в качестве драйвера развития бункеровочной отрасли не только технически значимо, но и экономически целесообразно, так как позволит вдвое снизить эксплуатационные издержки в сравнении с дизельным топливом.

### Литература

1. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004802> (дата обращения: 03.08.2021).
2. Международное энергетическое агентство (IEA). URL: <https://www.iea.org/> (дата обращения: 25.07.2021).

3. Отчёт о комплексной научно-исследовательской работе «Использование сжиженного природного газа на энергоблоках арктической зоны и островной части РФ» (шифр Альтернатива). СПб.: ВА МТО НИИ (ВСИ МТО ВС РФ), 2017.
4. Климентьев А.Ю., Книжников А.Ю., Григорьев А.Ю. Перспективы и возможности использования СПГ для бункеровки в арктических регионах России. М., 2017. 320 с.
5. Стратегия развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности до 2035 года. URL: <http://kremlin.ru/acts/news/64274> (дата обращения: 21.07.2021).
6. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 20.07.2021).
7. Alexandridis G., Kavussanos M.G., Kim C.Y., Tsouknidis D.A. (2018) A survey of shipping finance research: setting the future research agenda // *Transport Res. Part E. Logistics Transport Rev.* Pp. 164–212.
8. Det Norske Veritas Germanischer Lloyd (DNV GL). URL: <https://www.dnv.com/> (дата обращения: 01.08.2021).
9. Gas technology and innovation for a sustainable future // International gas union. 2020. 92 p.
10. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL). URL: [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx) (дата обращения: 05.08.2021).
11. McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/ru/> (дата обращения: 12.07.2021).
12. World LNG Database. URL: <https://www.enerdata.ru/research/lng-trade-terminals-and-plants-database.html> (дата обращения: 02.08.2021).

#### References

1. GOST 12.1.044-89 (ISO 4589-84) Sistema standartov bezopasnosti truda. Pozharovzryvoopasnost veshhestv i materialov. Nomenklatura pokazatelej i metody ix opredeleniya. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004802> (data obrashheniya: 03.08.2021).
2. Mezhdunarodnoe energeticheskoe agentstvo (IEA). URL: <https://www.iea.org/> (data obrashheniya: 25.07.2021).
3. Otchyot o kompleksnoj nauchno-issledovatel'skoj rabote «Ispolzovanie szhizhennogo prirodno go gaza na energobloках arkticheskoy zony i ostrovnoy chasti RF» (shifr Alternativa). SPb.: VA MTO NII (VSI MTO VS RF), 2017.
4. Klimentev A.Yu., Knizhnikov A.Yu., Grigorev A.Yu. (2017) *Perspektivy i vozmozhnosti ispolzovaniya SPG dlya bunkerovki v arkticheskix regionax Rossii* [Prospects and possibilities of using LNG for bunkering in the Arctic regions of Russia]. Moscow. 320 p. (In Russian).
5. Strategiya razvitiya Arkticheskoy zony Rossii i obespecheniya nacionalnoj bezopasnosti do 2035 goda. URL: <http://kremlin.ru/acts/news/64274> (data obrashheniya: 21.07.2021).
6. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. URL: <https://rosstat.gov.ru> (data obrashheniya: 20.07.2021).
7. Alexandridis G., Kavussanos M.G., Kim C.Y., Tsouknidis D.A. (2018) A survey of shipping finance research: setting the future research agenda. *Transport Res. Part E. Logistics Transport Rev.* Pp. 164–212.
8. Det Norske Veritas Germanischer Lloyd (DNV GL). URL: <https://www.dnv.com/> (data obrashheniya: 01.08.2021).
9. Gas technology and innovation for a sustainable future // International gas union. 2020. 92 p.
10. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL). URL: [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx) (data obrashheniya: 05.08.2021).
11. McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/ru/> (data obrashheniya: 12.07.2021).
12. World LNG Database. URL: <https://www.enerdata.ru/research/lng-trade-terminals-and-plants-database.html> (data obrashheniya: 02.08.2021).