

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ

Мартиросян Л.А.,

аспирант Сургутского государственного университета,

г. Сургут, ХМАО-Югра, Российская Федерация

Научный руководитель – Максимов Д.А., доктор экон. наук, доцент

Ключевые слова. Сжиженный природный газ (СПГ), транспортировка, северный морской путь (СМП), эффективность, декарбонизация, оптимизация.

Key words. Liquefied Natural Gas (LNG), transportation, Northern Sea Route (NSR), efficiency, decarbonization, optimization.

Ускоренное развитие технологий СПГ с целью дальнейшей международной транспортировки и рост уровня использования природного газа в качестве более чистого ископаемого топлива для промышленности и домашних хозяйств свидетельствует о том, что поставки СПГ во всем мире являются прибыльной тенденцией. Увеличение количества поставок СПГ морским путем расширяет доступ к СПГ во всем мире, используемого и как источник морского топлива, и как источник более чистой энергии, заменяя уголь и нефть и поддерживая экологические инновации. Одним из основных направлений экономической политики России является расширение экспорта СПГ, что также является инициативой социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года – федеральный проект «прорыв на рынки СПГ», ответственность за реализацию которого возложена на Минпромторг России. Кроме того, правительство России акцентирует внимание на развитии отечественных технологий СПГ-оборудования, на снижении уровня технологической зависимости производства СПГ-проектов.

Целью исследования является выделение особенностей маршрута транспортировки СПГ Ямало-ненецкого автономного округа (ЯНАО) по северному морскому пути до стран Азиатско-Тихоокеанского региона, формирование экономико-математической модели оценки эффективности транспортировки СПГ танкерным флотом. В ходе исследования выполнены следующие задачи: представлена текущая ситуация рынка СПГ, а также перспективы для развития экспорта СПГ из ЯНАО в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР); проанализированы предлагаемые модели различных исследователей по оптимизации; предложена модель оптимизации затрат для транспортировки СПГ.

Материал и методы. В одной из рассмотренных работ, авторы предложили математическую модель оптимизации перевозочной работы судна, которая учитывает значение энергоэффективности судна. Данная модель направлена на минимизацию расхода топлива судна на перевозках груза, следовательно, минимизацию выбросов углекислого газа, что позволяет придерживаться направления международного сообщества на «зеленую» энергетику [1].

Конопляник А.А. в своих исследованиях отмечает необходимость направления энергетической экономики на восток, на развитие международных отношений со странами АТР, в связи с ограничениями, введенными Европой, и сопутствующими прекращением экономических договоренностей [4]. Он также выделяет три составляющих, на которые следует опираться России для дальнейшего развития: природный газ, энергоэффективность и независимость.

Буянова Л.Н. и Мудрова О.М. в своих исследования выделяют основным критерием выбора оптимальной транспортировки СПГ – цену доставки, расчет которой представлен суммой цен перевозки груза, хранения груза и грузовых операций по определенным расчетным маршрутам [2].

В своих трудах Рыбаков Д.С. [6] представляет целевую функцию оптимизационной модели для торговых предприятий без условно-постоянных затрат, связанных с выполнением процесса планирования и возврата. Данная модель направлена на минимизацию общих переменных затрат на выполнение процессов, включающих длительность

выполнения процессов снабжения, уровня безупречного выполнения процессов доставки и длительности выполнения процессов доставки.

Результаты и их обсуждение. Арктический вектор отличается мощной минеральной ресурсной базой шельфной зоны и возникающими нефтегазовыми комплексами на Ямальском полуострове и в Восточной Сибири. Его осевым элементом является Северный морской путь, по которому осуществляются перевозки грузов уже на протяжении девяти десятилетий. Правительством планируется увеличить объем грузоперевозок к 2024 году до 80 млн т., а к 2035 году до 160 млн т. в соответствии со стратегическим планом развития Арктики до 2035 года [3]. Основными преимуществами транспортировки через СМП являются: осуществление прохода судов без задержек, экономия топлива, отсутствие риска нападения пиратов и сокращение расходов на фрахт судна. По СМП следуют только суда ледового класса, основными портами являются: Сабетта, Дудинка, Хатанга, Тикси, Певек.

Россия обладает крупнейшими запасами природного газа, 90% которых приходится на Арктическую зону РФ, в частности финансирование и политика направлена на развитие двух СПГ-проектов, принадлежащих ПАО «НОВАТЭК» и расположенных в ЯНАО на Южно-Тамбейском и Утреннем месторождениях.

Именно по северному морскому пути транспортируется СПГ ЯНАО в страны АТР. Отметим сниженные затраты на производство СПГ и транспортировку в связи с низкими температурами, так как для сжижения газа необходима температура -160 С и соответствующее давление.

В соответствии с данными ПАО «НОВАТЭК» [5] стоимость доставки СПГ от Сабетта до стран АТР с учетом смены ледокольного танкера на обычный танкер на перегрузочном СПГ терминале Камчатки меньше на 0,2\$/MBTU, чем при транспортировке без перевалки на Камчатке, аналогичная ситуация с необходимым количеством времени для реализации транспортировки по данному маршруту.

В ходе анализа различных оптимизационных моделей доставки были выявлены различные критерии выбора оптимального варианта транспортировки: в одних исследованиях ключевым фактором выделяют энергоэффективность, заключающуюся в минимизации выбросов углекислого газа, в других исследованиях – цена доставки, в третьих – минимизация затрат, однако затраты рассматриваются неполные, непостоянные и относительно специфики рассматриваемой отрасли и территориальной расположенности.

Прогнозируемый рост мировой торговли природным газом и его транспортировки будет способствовать значительному расширению парка СПГ-танкеров, став значительным и актуальным сегментом судоходства. Также не следует забывать про глобальное регулирование Мировой морской организацией, которая установила в 2018 году свои приоритеты по декарбонизации, направленные на сокращение международных выбросов углерода в судоходстве не менее чем на 50% к 2050 году и снижение интенсивности выбросов углерода на 40% к 2030 году и на 70% к 2050 году по сравнению с уровнями 2008 года.

В связи с указанными требованиями важно учесть при выборе оптимальной транспортировки СПГ показатель EEDI – коэффициент энергоэффективности конструкции судна, который находится расчетным путем и представляет собой отношение объема выброса CO₂ к объему перевозимого груза.

Расчет среднего значения данного коэффициента за эксплуатационный период осуществляется по следующей формуле [1]:

$$EEDI = \frac{\sum_i \sum_j FC_{ij} * C_j}{\sum_i Q_i l_i},$$

где j – сорт топлива; i – номер рейса; FC_{ij} – масса потребляемого j -го сорта топлива в i -ом рейсе; C_j – безразмерный переводной коэффициент содержания CO₂ в массе j -го сорта топлива; Q_i – масса груза, перевозимого в i -ом рейсе; l_i – расстояние перевозки груза в i -ом рейсе.

Коэффициент энергоэффективности за рейс можно рассчитать следующим образом:

$$EEDI = \frac{\sum_i FC_i}{Ql}.$$

Международная регулирующая морская организация устанавливает также для этого показателя пороговые значения, которые необходимо соблюдать для прохождения судами международного освидетельствования, что позволит России расширить в будущем возможности транспортировки СПГ в другие страны, принимающих только суда, соответствующие требованиям Мировой морской организации.

Для принятия эффективных управленческих решений с достижением наибольшей эффективности предлагаем математическую модель минимизации затрат транспортировки с учетом соблюдения норматива коэффициента энергоэффективности [1, 2, 6]:

$$\begin{cases} T = A * Ql + B * Ql + C * Ql + D * Ql + E * Ql \\ \frac{\sum_i FC_i}{Ql} \leq EEDI_{\text{норм}} \\ 0 < T \leq T_{\text{кр}} \end{cases}$$

где $T_{\text{кр}}$ – максимальное допустимое значение затрат, принятое организацией; $EEDI_{\text{норм}}$ – установленный Мировой морской организацией норматив EEDI; $A * Ql$ – расходы на доставку; $B * Ql$ – расходы на эксплуатацию танкера СПГ; $C * Ql$ – расходы на перевалку; $D * Ql$ – расходы на хранение; $E * Ql$ – непредвиденные расходы, неопределенный фактор природы.

Решение данной модели заключается в минимизации затрат на транспортировку СПГ в каждом рейсе с учетом контроля показателя EEDI.

Закключение. Спрос на природный газ вырос во всем мире и особенно резко в Азии. Технология сжижения природного газа для транспортировки в страны по всему миру и растущее использование природного газа в качестве более чистого ископаемого топлива для промышленности и домашних хозяйств означает, что поставки СПГ по всему миру являются прибыльной тенденцией. Судоводные компании могут стратегически выбрать диверсификацию парка СПГ танкеров. Диверсификация может считаться движущей силой поддержки экологических инноваций в газовых и экологически чистых топливных технологиях.

Предложена оптимизационная модель расчета затрат на транспортировку СПГ с учетом дополнительного расчета коэффициента энергоэффективности с целью соблюдения требований перехода к «зеленой энергетике». Использование модели позволит повысить эффективность деятельности нефтегазовых организаций, принимая более обоснованные управленческие решения относительно производства и транспортировки СПГ.

1. Ботнарюк, М.В. Математическая модель перевозочной работы судна, учитывающая фактор декарбонизации морского флота / М.В. Ботнарюк [и др.] // Эксплуатация морского транспорта. – 2023. – № 1. – С. 45–50.
2. Буянова, Л.Н. Логистика малотоннажного СПГ / Л.Н. Буянова, О.М. Мудрова // Мир транспорта. – 2019. – № 4. – С. 166–180.
3. Инвестиционный портал Арктической зоны России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arctic-russia.ru/northsearoute/>. – Дата доступа: 01.11.2023.
4. Конопляник, А.А. Новые внешние вызовы для России в газовой сфере и возможные ответные меры / А.А. Конопляник // Энергетическая политика. – 2022. – № 10. – С. 34–53.
5. ПАО «НОВАТЭК» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.novatek.ru>. – Дата доступа: 15.10.2023.
6. Рыбаков, Д.С. Оптимизационные модели поддержки принятия решений в логистических системах торговых предприятий: дис. ... канд. экон. наук : 08.00.13 / Д.С. Рыбаков. – СПб., 2018. – 167 л.
7. Ульченко, М.В. Тенденции развития мирового рынка сжиженного природного газа и перспективы реализации российских арктических проектов / М.В. Ульченко, С.В. Федосеев // Север и рынок. – 2022. – № 4. – С. 40–57.
8. Федеральный проект «Прорыв на рынки сжиженного природного газа» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru>. – Дата доступа: 20.10.2023;
9. Druzhinin, A.G. Russia in the World Ocean: Interests and Lines of Presence / A.G. Druzhinin, S.S. Lachininskii // Regional Research of Russia. – 2021. – Vol. 11, № 3. – P. 336–348.