

Научная статья
УДК 504.05+665.725
doi: 10.17586/2713-1874-2023-3-29-36

РОЛЬ УЧЕТА УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА В МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛЕ СЖИЖЕННЫМ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ

Наталья Львовна Гагулина^{1✉}, Мария Андреевна Селезнева²

¹Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

²ООО «ГЛ Инжиниринг», Санкт-Петербург, Россия

¹nlgagulina@itmo.ru ✉, <http://orcid.org/0000-0003-3098-789X>

²maryselez@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0001-7140-0923>

Язык статьи – русский

Аннотация: В работе рассмотрены основные предпосылки развития и роста рынка сжиженного природного газа (СПГ). Оценены темпы энергоперехода, роль природного газа в глобальном энергобалансе. Рассмотрена международная практика торговли грузами СПГ, проанализирована емкость рынка, определены наиболее перспективные направления сбыта. В ходе исследования выполнено сравнение основных подходов к количественной оценке углеродного следа, рассмотрен жизненный цикл СПГ, сделан вывод о необходимости создания единой комплексной методологии учета для обеспечения наиболее полной и прозрачной системы раскрытия информации о партиях СПГ.

Ключевые слова: выбросы парниковых газов, жизненный цикл продукта, сжиженный природный газ, стандарт, экономика, углеродный след

Исследование выполнено в рамках темы НИР «Анализ и моделирование влияния экономики знаний и информационных технологий на структурные сдвиги, экономический рост и качество жизни» № Г.Р. АААА-А21-121011290084-9.

Ссылка для цитирования: Гагулина Н.Л., Селезнева М.А. Роль учета углеродного следа в международной торговле сжиженным природным газом // Экономика. Право. Инновации. 2023. № 3. С. 29–36. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2023-3-29-36>.

THE ROLE OF CARBON FOOTPRINT CALCULATION IN THE WORLD TRADE IN LIQUEFIED NATURAL GAS

Natalya L. Gagulina^{1✉}, Maria A. Selezneva²

¹ITMO University, Saint Petersburg, Russia

²GLE LLC, Saint Petersburg, Russia

¹nlgagulina@itmo.ru ✉, <http://orcid.org/0000-0003-3098-789X>

²maryselez@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0001-7140-0923>

Article in Russian

Abstract: The paper considers the main prerequisites for the development and growth of the liquefied natural gas (LNG) market. The rates of energy transfer and the role of natural gas in the global energy balance are estimated. The international practice of LNG cargo trade has been considered, the market capacity has been analyzed, and the most promising sales directions have been identified. In the course of the study, the main approaches to quantifying the carbon footprint were compared, the life cycle of LNG was considered, and a conclusion was made about the need to create a unified integrated accounting methodology to ensure the most complete and transparent system for disclosing information about LNG cargoes.

Keywords: carbon footprint, economy, greenhouse gas emissions, liquefied natural gas, product lifecycle, standard

The study was carried out within the framework of the research project «Analysis and modeling of the impact of the knowledge economy and information technologies on structural changes, economic growth and quality of life» No. G.R. АААА-А21-121011290084-9.

For citation: Gagulina N.L., Selezneva M.A. The Role of Carbon Footprint Calculation in the World Trade in Liquefied Natural Gas. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2023. No. 3. pp. 29–36. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2023-3-29-36>.

Введение. Сжиженный природный газ (далее – СПГ) считается наиболее чистым природным энергоресурсом, а гибкость его транспортировки способствует эффективной декарбонизации мировой экономики и повышению надежности международной энергетической системы.

Количественная оценка углеродного следа СПГ является актуальной проблемой для экспортеров, поскольку прозрачность и доступность раскрытой информации предоставляет конкурентное преимущество на глобальном рынке. В условиях современного радикального изменения глобальной экономической конъюнктуры необходим новый взгляд на оценку роли учета углеродного следа в международной торговле СПГ.

Исследовательская проблема. Нарастание напряженности в связи с негативным воздействием на экономику таких проявлений изменения климата, как повышение частоты чрезвычайно опасных явлений погоды, обострение их экстремальных проявлений, рост частоты лесных пожаров, разрушительных по своей силе наводнений, повышение активности инвазивных видов, таяние ледников и т.д., делает все более актуальной климатическую повестку. Угроза для устойчивого социально-экономического развития в связи с глобальным изменением климата, обусловленным усилением антропогенного влияния на окружающую среду, становится все более очевидной [1]. Наиболее явным проявлением такого влияния является сжигание ископаемых видов топлива при производстве энергии и, как следствие, усиление парникового эффекта.

Важным вопросом климатической повестки является ужесточение требований заинтересованных сторон к качеству продукции в контексте учета выбросов парниковых газов. На современном этапе развития технологий невозможно полностью отказаться от использования ископаемых ресурсов, таких как уголь, нефть, газ в качестве источника энергии. Ученые, бизнес и государство в самых разных странах возлагают большие надежды на вовлечение в хозяйственную деятельность энергоносителей с меньшим углеродным следом.

Цель исследования состоит в определении роли учета углеродного следа в

международной торговле сжиженным природным газом для улучшения структуры долгосрочных контрактов, заключаемых в данной сфере, и повышения потенциала международной торговли СПГ. Достижение поставленной цели предполагает проведение анализа международной практики торговли грузами СПГ и емкости рынка, определение наиболее перспективных направлений сбыта, сравнительный анализ основных подходов к количественной оценке углеродного следа, а также жизненного цикла СПГ.

Литературный обзор. Развитие мировой экономики тесно связано с изменениями в структуре потребляемых человечеством энергетических ресурсов. Термин «энергетический переход» был введен В. Смилом для характеристики фундаментальных процессов, лежащих в основе развития человеческого общества и перехода от существующей системы энергообеспечения к новой [2]. Основным драйвером энергетического перехода является технический прогресс, который обусловлен появлением абсолютно новых решений, способных повысить эффективность энергетического комплекса.

Отличительной особенностью текущего энергетического перехода является не только экономическая привлекательность новых источников энергии, но и экологические аспекты при выборе и использовании энергоносителей [3]. На первый план встает экологическая повестка, базирующаяся на идеологии Концепции устойчивого развития, основные положения которой подразумевают долгосрочный экономический рост низкими темпами и компромисс между безграничными потребностями человека и ограниченными ресурсами для их удовлетворения [4]. Одним из важнейших вопросов в рамках устойчивого развития является борьба с изменением климата. В современных условиях эта проблема носит глобальный характер, поэтому ее решение требует сотрудничества всех стран и ведения национальных политик в рамках защиты и охраны окружающей среды [5].

Правовой основой международного взаимодействия в рамках изменения климата является принятая в 1992 году Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций. Ее основная цель – стабилизация концентрации парниковых газов на уровне, который бы

не допускал опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Для активизации международных усилий по достижению этой цели в 2015 году было принято Парижское соглашение, основной задачей которого стало удержание роста средней температуры в пределах $1,5^{\circ}\text{C}$ от доиндустриального уровня. Соглашение предусматривает принятие всеми странами обязательств по сокращению выбросов парниковых газов в атмосферу, а также разработку мероприятий по адаптации к последствиям климатических изменений [6].

Согласно последнему докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата, среднегодовые выбросы парниковых газов достигли максимума в 2010–2019 годах, при этом темп роста замедлился по сравнению с предыдущим десятилетием. Наибольший объем эмиссии приходится на высокоразвитые страны и их основные сектора деятельности. Ожидается, что пиковые выбросы произойдут в период с 2020 по 2025 годы. В связи с этим появляется угроза невозможности удержания повышения температуры и выполнения задач Парижского соглашения.

Методы и материалы исследования. В теоретическом аспекте данной работы использован монографический метод, а также метод системного анализа. В эмпирическом аспекте данной работы использованы методы сравнения при проведении анализа подходов к количественной оценке углеродного следа СПГ.

Углеродный след – понятие, которое используется для измерения оценки вклада антропогенной деятельности в загрязнение окружающей среды парниковыми газами и составляет значительную часть экологического следа. Оценка углеродного следа основывается на оценке жизненного цикла продукции.

Информационную базу исследования составляют методики определения углеродного следа, зафиксированные в отраслевых протоколах, а также данные об экспортно-импортных отношениях в сфере торговли СПГ. Для определения углеродного следа в мире используются стандарты ISO 14061-14064 и российский аналог: ГОСТ Р 56276-2014/ISO/TS 14067:2013 «Газы парниковые.

Углеродный след продукции. Требования и руководящие указания по количественному определению и представлению информации».

Данные по выбросам парниковых газов за период с 1750 г. по 2019 г. показывают, что более 70% от всех антропогенных выбросов парниковых газов в 2019 году приходилось на топливно-энергетический сектор [7]. Основными причинами выбросов являются сжигание ископаемых видов топлива при производстве энергии, а также утечки метана при его добыче и транспортировке. В настоящее время полный отказ от традиционных источников энергии невозможен ввиду текущего уровня технологического развития. Однако в мировом сообществе наблюдается тенденция к повышению эффективности использования ископаемых энергоносителей, а также стремление к сокращению выбросов парниковых газов за счет перехода на ресурсы с меньшим углеродным следом.

Результаты исследования. На природный газ приходится около 25% мирового энергопотребления и, по прогнозам компании British Petroleum, в ближайшие 10 лет спрос будет только расти за счет стран, реализующих стратегии отказа от угля (Китай, Индия), а также стран Азии и Африки с формирующимся рынком. Согласно прогнозу, к 2050 году природный газ будет способствовать переходу общества к низкоуглеродной энергетической системе за счет внедрения технологий улавливания и утилизации углерода (CCUS), развития производства водорода и распространения гибридных систем с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ) [8].

Высокая потребность в энергоносителях обусловлена необходимостью государств обеспечивать собственную энергобезопасность и развивать международное сотрудничество в сфере энергетики. В этой связи многие страны увеличивают долю природного газа в своем энергобалансе. Наиболее распространенным способом доставки газа является его перекачка по системе магистральных трубопроводов. Основным недостатком данного способа является его «жесткость» и невозможность маневрирования потоками газа при изменении внешних условий и влиянии геополитики. Перспективным решением этой проблемы является доставка газа в жидком состоянии с помощью танкеров-газовозов,

позволяющая оперативно реагировать на колебания спроса и предложения [9]. При средних прогнозируемых темпах энергоперехода ожидается рост экспорта СПГ за счет спроса со стороны регионов с отсутствием развитой сети трубопроводов [10]. Таким образом, СПГ играет ключевую роль в декарбонизации мировой экономики за счет вытеснения наиболее углеродоемких источников энергии, тем самым повышая гибкость и надежность глобальной энергетической системы.

Природный газ является ключевым звеном в переходе к низкоуглеродной энергетической системе для стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), а его поставки в сжиженном виде позволяют создать более гибкую и безопасную систему энергопотребления. Стремительное экономическое развитие стран АТР оказывает существенное влияние на структуру мирового энергопотребления, поэтому экологическая обстановка региона во многом зависит от темпов перехода к более чистым энергоресурсам. Процесс энергоперехода связан с постепенным отказом от угля в качестве энергоносителя и замены его на природный газ, характеризующийся меньшими выбросами углекислого газа в атмосферу.

По данным за 2022 год, АТР остается ведущим мировым импортером СПГ, объем общих поставок составил 155,7 млн тонн СПГ, что соответствует 41,8% мирового импорта. На сегодняшний день лидером по импорту СПГ является Китай с общим объемом 79,3 млн тонн в 2021 году, что обусловлено восстановлением экономики после пандемии, а также активным ростом спроса на газ в секторе производства электроэнергии. Япония остается крупнейшим мировым потребителем СПГ (74,3 млн тонн по данным за 2021 год). Помимо наращивания объемов потребления природного газа, для этой страны характерно увеличение выработки электроэнергии за счет использования атомных станций и внедрения ВИЭ. Южная Корея увеличила рост импорта СПГ до 46,9 млн тонн в 2021 году в связи с ростом спроса на газ при производстве электроэнергии и длительными периодами холодной погоды. Для других стран АТР, таких как Индонезия и Таиланд, импорт СПГ в 2021 году составил 3,3 млн тонн и 6,6 млн тонн соответственно, за счет увеличения спроса на фоне ослабления ограничений

после пандемии и снижения объемов внутренней добычи газа. Из-за высоких спотовых цен и увеличения внутренней добычи газа в 2021 году Индия сократила объемы закупок до 24 млн тонн, оставаясь при этом крупнейшим импортером СПГ [11]. Таким образом, для активно развивающихся стран АТР рост спроса на СПГ обусловлен процессом энергоперехода и стремлением к достижению углеродной нейтральности, что делает этот рынок наиболее перспективным для сбыта своей продукции компаниями газового сектора.

Оценка углеродоемкости и количественное определение выбросов парниковых газов по производственно-сбытовой цепочке становятся ключевыми факторами на глобальном рынке торговли СПГ. Ожидается, что количественная оценка и раскрытие информации об углеродном следе партий СПГ, окажет косвенное влияние на структуру долгосрочных контактов, торговые потоки и рыночное ценообразование в отрасли. Поэтому производители СПГ вынуждены соответствовать требованиям заинтересованных сторон и направлениям глобальной политики в области декарбонизации для сохранения своих позиций на рынке и улучшения экологических показателей [12].

В международной практике торговли СПГ существует понятие «углеродно-нейтральной» партии. «Углеродно-нейтральный» СПГ не означает, что такой груз не производит выбросов во время производства или транспортировки, но связанный с этим углеродный след измеряется, проверяется и компенсируется за счет приобретения углеродных кредитов – оффсетов (Carbon Offsets) [4]. Оффсеты направлены на финансирование проектов, которые либо снижают выбросы углерода (лесовосстановление, ВИЭ, управление отходами и свалками), либо «изолируют» CO₂ за счет улавливания его из атмосферы (технология Carbon Capture Utilization and Storage). Первый «углеродно-нейтральный» груз СПГ был доставлен в Японию в 2019 году компанией «Shell» [12]. Производство «углеродно-нейтрального» СПГ в ближайшие годы будет расти, поскольку многие компании готовы нести дополнительные расходы, чтобы уменьшить свое воздействие на окружающую среду и сохранить свое положение на рынке.

Для обеспечения продажи «углеродно-нейтральной» партии СПГ, в первую очередь, необходимо выполнить точное определение и расчет углеродного следа декларируемого груза. Из-за отсутствия единых стандартов количественной оценки выбросов парниковых газов и высокой разрозненности в разработке практических и наиболее точных подходов, данный этап характеризуется наибольшей неопределенностью. В настоящее время производители в добровольном порядке раскрывают информацию в соответствии с рекомендациями международных методических документов по выбросам [13].

Компании-экспортеры, формирующие значительную часть предложения СПГ, осуществляют расчет выбросов парниковых газов согласно структуре, предложенной Международной группой импортеров сжиженного природного газа (GIIGNL). Деятельность этой некоммерческой организации направлена на установление сотрудничества между импортерами СПГ и содействие развитию отрасли.

В 2021 году было опубликовано Руководство, задающее последовательный подход к определению углеродного следа нейтральных партий СПГ на основе обоснованных критериев [14]. Данная система мониторинга, отчетности, проверки (MRV) и определения нейтральности груза СПГ является частью коллективного движения отрасли по содействию прозрачному, последовательному и надежному учету и раскрытию информации о выбросах, основанному, насколько это возможно, на фактических данных по всей цепочке жизненного цикла СПГ. Предложенные инструменты позволяют постепенно разработать четкие и надежные механизмы отчетности о выбросах, подлежащих независимой проверке, а также накопить необходимые ресурсы и возможности для дальнейшего сотрудничества и усовершенствования методик оценки.

Особая роль в учете и раскрытии информации о выбросах принадлежит стандартизации. Так, международный стандарт ISO 14064-1:2018 определяет первичные данные как количественное значение процесса или деятельности, полученное в результате прямого измерения или расчета, основанного на прямых измерениях [15]. Это позволит

обеспечить подлинное сравнение различных партий СПГ и поддержит разработку целевых планов по сокращению выбросов и достижению нейтральных партий грузов СПГ.

Согласно ISO 14064-1:2018, вторичными данными называются любые другие данные, не соответствующие определению первичных. Использование вторичных данных допустимо только в тех случаях, где получение первичных данных технически или экономически невозможно и может повлиять на дальнейшую верификацию углеродного следа груза. Стандарт ISO 14067:2021 [16] предполагает использование в расчетах первичных данных от тех процессов и стадий, над которыми отчитывающаяся сторона имеет контроль. При этом предприятиям важно содействовать постоянному увеличению доступности использования первичных данных для получения более релевантных показателей при оценке углеродного следа СПГ.

Согласно Руководству GIIGNL [14], подход к оценке выбросов предполагает рассмотрение стадий жизненного цикла продукта с учетом особенностей распределения всех процессов и сопутствующих продуктов. Анализ жизненного цикла – это инструмент, обеспечивающий понимание взаимосвязи цепочек поставок. Он предназначен для оценки экологической нагрузки продукта на всех этапах производства и распределения, описанной в экологических стандартах ISO 14040:2006 и ISO 14044:2006 [17, 18].

Жизненный цикл СПГ охватывает границы от устья скважины при добыче природного газа до его сжигания конечным потребителем. Для уяснения роли учета углеродного следа в международной торговле СПГ большую научно-практическую значимость имеет схематическое изображение этапов жизненного цикла СПГ (рисунок 1). Как видно из рисунка, оценку жизненного цикла СПГ необходимо выполнять в несколько этапов. Эта оценка относится к итеративным методам ввиду наличия жесткой зависимости результатов стадий, связанных между собой. Таким образом, предыдущий и последующий этап должны иметь четкие границы, а вся цепочка должна составляться последовательно. Данное обстоятельство позволит обеспечить наиболее точный учет углеродного следа, связанного с международной торговлей СПГ.

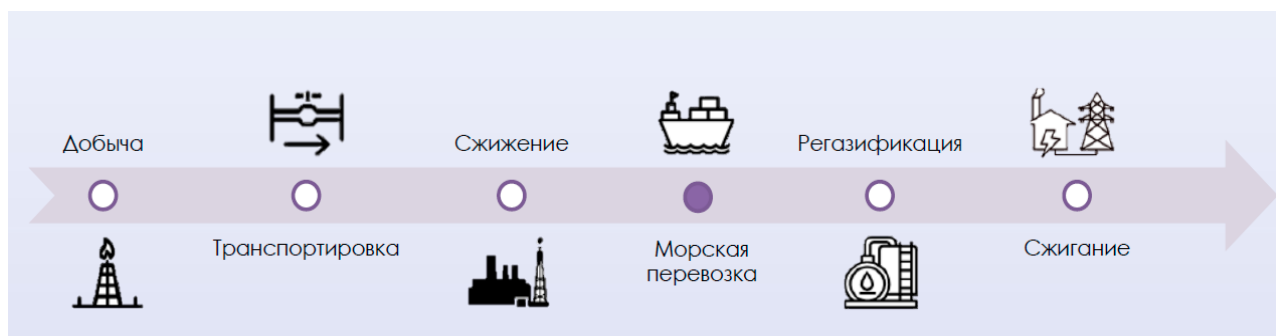


Рисунок 1 – Стадии жизненного цикла СПГ

Источник: составлено авторами

Выводы. Ужесточение требований заинтересованных сторон к качеству продукции в контексте учета выбросов парниковых газов заставляет многие страны Азиатско-Тихоокеанского региона активно внедрять политику декарбонизации в свои стратегии развития. Амбициозные цели по достижению углеродной нейтральности к середине столетия и стремление к достижению энергетической безопасности порождают ежегодный рост спроса на СПГ со стороны стран-импортеров. В этой связи международная торговля СПГ обладает высоким потенциалом к дальнейшему росту.

Существенному раскрытию потенциала роста международной торговли СПГ в условиях ужесточения требований к учету выбросов парниковых газов может способствовать повышение информационной обеспеченности торговых операций. Как показал проведенный авторами анализ, в условиях отсутствия единой методологии учета углеродного следа, значительные возможности предо-

ставляет международная система стандартизации. Наибольшее распространение среди международных экологических стандартов имеет методика количественной оценки выбросов парниковых газов по всем стадиям жизненного цикла СПГ. Преимуществами единой методологии учета выбросов парниковых газов в торговле СПГ являются возможность выполнять сравнение показателей различных партий СПГ и создавать «углеродно-нейтральные» грузы за счет применения компенсационных инструментов.

Таким образом, учет углеродного следа, связанного с транспортировкой СПГ, со временем будет играть все более весомую роль в связи с ужесточением требований к учету выбросов парниковых газов. Для снижения рисков компаниям необходимо не только оценивать углеродный след, но и обеспечивать прозрачность расчетов, а также полное раскрытие информации, делая весь процесс общедоступным в соответствии с рекомендациями международных стандартов.

Список источников

1. Замятина М.Ф. Проблемы и перспективы устойчивого развития российских регионов в контексте геополитической турбулентности // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2023. № 1 (72). С. 27–39.
2. Smil V. Energy and Civilization: a History. – MIT Press, 2018. – 562 с. (In Eng.).
3. Митрова Т. Энергопереход и риски для России // Нефтегазовая вертикаль. 2021. № 6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ngv.ru/articles/energoperekhod-i-riski-dlya-rossii/>
4. Янченко Е.В. Нефтегазовая отрасль промышленности в контексте устойчивого развития экономики в постпандемический период //

References

1. Zamyatina M.F. Problems and Prospects for the Development of Russian Regions in the Conditions of the Fifth Geopolitical Turbulence. *Ekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitiya*. 2023. No. 1 (72). pp. 27–39. (In Russ.).
2. Smil V. Energy and Civilization: a History. *MIT Press*. 2018. 562 p.
3. Mitrova T. Energy Transition and Risks for Russia. *Neftegazovaya vertikal'*. 2021. No. 6. Available at: <https://ngv.ru/articles/energoperekhod-i-riski-dlya-rossii/> (In Russ.).
4. Yanchenko E.V. The Oil and Gas Industry in the Context of Sustainable Economic Development in the Post-Pandemic Period. *Aktual'nye problemy*

- Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2021. № 2. С. 151–161.
5. Чернядьева Н.А. Цели устойчивого развития как фактор развития международного и национального права // *Океанский менеджмент*. 2021. № 3 (12). С. 19–23.
 6. Парижское соглашение // ООН. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement>
 7. The PRIMAP-hist national historical emissions time series [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pik-potsdam.de/paris-reality-check/primap-hist/> (In Eng.).
 8. BP Energy Outlook 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2022.pdf> (In Eng.).
 9. Селезнева М.А., Гагулина Н.Л. Проблемы формирования и роста рынка сжиженного природного газа // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент*. 2022. № 1 (48). С. 164–173.
 10. Архипова У.А. Декарбонизация как главный тренд ESC-трансформации газовой отрасли: опыт «ЯМАЛ СПГ» // *Хроноэкономика*. 2022. № 2 (36). С. 6–10.
 11. World LNG Report 2022 // International Gas Union [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2022/07/IGU-World-LNG-Report-2022-2022_07.pdf
 12. The Carbon-Neutral LNG Market: Creating a Framework for Real Emissions Reductions // Center on Global Energy Policy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.energypolicy.columbia.edu/research/commentary/carbon-neutral-lng-market-creating-framework-real-emissions-reductions> (In Eng.).
 13. Трансформация индустрии СПГ в рамках декарбонизации мирового ТЭК // ГМС группа. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/spg/733425-transformatsiya-industrii-spg-v-ramkakh-dekarbonizatsii-mirovogo-tek/>
 14. GIIGNL MRV and Neutral LNG Framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://giignl.org/wp-content/uploads/2021/11/MRV-and-GHG-Neutral-Framework.pdf> (In Eng.).
 15. ISO 14064-1:2018 – Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/66453.html> (In Eng.).
 16. ГОСТ Р ИСО 14067-2021 – Газы парниковые. Углеродный след продукции. Требования и *e'konomiki i menedzhmenta*. 2021. No. 2. pp. 151–161. (In Russ.).
 5. Chernyad'eva N.A. Sustainable Development Goals as a Factor in the Development of International and National Law. *Okeanskij menedzhment*. 2021. No. 3 (12). pp.19–23. (In Russ.).
 6. Paris Agreement. *UN. Official website*. Available at: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement>. (In Russ.).
 7. The PRIMAP-hist National Historical Emissions Time Series. Available at: <https://www.pik-potsdam.de/paris-reality-check/primap-hist/>
 8. BP Energy Outlook 2022. Available. at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2022.pdf>
 9. Selezneva M.A., Gagulina N.L. Problems of Formation and Growth of the Liquefied Natural Gas Marketю *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskij menedzhment*. 2022. No. 1 (48). pp. 164–173. (In Russ.).
 10. Arxipova U.A. Decarbonization as the Main Trend of ESC Transformation of the Gas Industry: the Experience of YAMAL LNG. *Khronoekonomika*. 2022. No. 2 (36). pp. 6–10. (In Russ.).
 11. World LNG Report 2022. *International Gas Union*. Available at: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2022/07/IGU-World-LNG-Report-2022-2022_07.pdf (In Russ.).
 12. The Carbon-Neutral LNG Market: Creating a Framework for Real Emissions Reductions. *Center on Global Energy Policy*. Available at: <https://www.energypolicy.columbia.edu/research/commentary/carbon-neutral-lng-market-creating-framework-real-emissions-reductions>
 13. Transformation of the LNG Industry as Part of the Decarbonization of the Global Fuel and Energy Complex. *Neftegaz.RU. Official website*. Available at: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/spg/733425-transformatsiya-industrii-spg-v-ramkakh-dekarbonizatsii-mirovogo-tek/> (In Russ.).
 14. GIIGNL MRV and Neutral LNG Framework. Available at: <https://giignl.org/wp-content/uploads/2021/11/MRV-and-GHG-Neutral-Framework.pdf>
 15. ISO 14064-1:2018 – Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. Available at: <https://www.iso.org/standard/66453.html>
 16. GOST R ISO 14067-2021 – Gazy parnikovye. Uglerodnyj sled produkcii. Trebovaniya i

руководящие указания по количественному определению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=241428>

17. ISO 14040:2006/Amd 1:2020 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework – Amendment 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/76121.html>

18. ISO 14044:2006 – Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/38498.html>

rukovodyashhie ukazaniya po kolichestvennomu opredeleniyu. Available at: <https://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=241428> (In Russ.).

17. ISO 14040:2006/Amd 1:2020 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework – Amendment 1. Available at: <https://www.iso.org/standard/76121.html>

18. ISO 14044:2006 – Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. Available at: <https://www.iso.org/standard/38498.html>