

УДК 629.5.068.4
DOI 10.47049/2226-1893-2020-3-143-164

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ТРЕБОВАНИЙ НА РЫНОК ТОПЛИВА МИРОВОГО СУДОХОДСТВА**

Л.В. Пизинцали

к.т.н., доцент кафедры «Техническое обслуживание и ремонт судов»

Н.И. Александровская

к.т.н., доцент кафедры «Судовождение и морская безопасность»

Одесский национальный морской университет, Украина, Одесса

Т.В. Рабочая

к.т.н., доцент кафедры «Инженерная механика»

Военная академия, Украина, г. Одесса

Аннотация. На рынок нефти влияет целый ряд факторов. По мнению авторов, пожалуй, самым значительным сегодня, является влияние требований Международной морской организации (ИМО) по содержанию серы в судовом топливе и значительному сокращению выбросов углекислого газа водным транспортом.

Экологические требования играют значимую роль в регулировании судового топливного рынка, в поиске новых видов энергии и в развитии судостроения. Влияние экологических требований в сочетании с экономическими показателями приводит к появлению новых видов энергии и развитию судостроения.

Экологические ограничения MARPOL в судоходстве привели к появлению, развитию и использования новых видов энергии: топлив с низким содержанием серы; сжиженного природного газа; электрической энергии, биотоплива.

Авторы подчеркивают, что в принятой Национальной транспортной стратегии Украины на период до 2030 года для решения системных проблем не предусмотрены новые пути и эффективные методы восстановления и развития водного транспорта Украины. Хотя, в ней подчеркивается, что приоритетами является использование топливно-экономических и экологических транспортных средств, применение альтернативных видов топлива, охрана ОС и сохранение природоохраняемых территорий при развитии транспортной инфраструктуры.

Украина не располагает необходимым набором вариантов спасения от финансово-экономического кризиса, который еще более обострил коронавирус.

© Пизинцали Л.В., Александровская Н.И., Рабочая Т.В., 2020

По мнению авторов, именно последнее не позволяет строить оптимистические прогнозы по отношению к развитию флота и решению тех задач, которые предусмотрены стратегией, по крайней мере, еще несколько лет.

Ключевые слова: *окружающая среда, судовое топливо, вредные выбросы, скрубберы, сжиженный природный газ.*

УДК 629.5.068.4

DOI 10.47049/2226-1893-2020-3-143-164

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СУЧАСНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИМОГ НА РИНОК ПАЛИВА СВІТОВОГО СУДНОПЛАВСТВА

Л.В. Пізінцалі

к.т.н., доцент кафедри «Технічне обслуговування та ремонт суден»

Н.І. Александровська

к.т.н., доцент кафедри «Судноводіння та морська безпека»

Одеський національний морський університет, Україна, Одеса

Т.В. Рабоча

к.т.н., доцент кафедри «Інженерна механіка»

Військова академія, Україна, м. Одеса

Анотація. *На ринок нафти впливає цілий ряд факторів. На думку авторів, мабуть, найбільш значним сьогодні, є вплив вимог Міжнародної морської організації (ІМО) щодо вмісту сірки в судовому паливі і значного скорочення викидів вуглекислого газу водним транспортом.*

Екологічні вимоги відіграють важливу роль в регулюванні судового паливного ринку, в пошуку нових видів енергії і в розвитку суднобудування. Вплив екологічних вимог в поєднанні з економічними показниками призводить до появи нових видів енергії і розвитку суднобудування.

Екологічні обмеження MARPOL в судноплаванні привели до появи, розвитку та використання нових видів енергії: палив з низьким вмістом сірки; зрідженого природного газу; електричної енергії, біопалива.

Автори підкреслюють, що в прийнятій Національній транспортної стратегії України на період до 2030 року для вирішення системних проблем не передбачені нові шляхи і ефективні методи відновлення і розвитку водного транспорту України. Хоча, в ній підкреслюється, що пріоритетами є використання паливо-економічних і екологічних транспортних засобів, застосування альтернативних видів палива, охорона ОС і збереження природо охоронюваній території при розвитку транспортної інфраструктури.

Україна не має в своєму розпорядженні необхідним набором варіантів порятунку від фінансово-економічної кризи, який ще більше загострив коронавірус.

На думку авторів, саме останнє не дозволяє будувати оптимістичні прогнози стосовно розвитку флоту і вирішення тих завдань, які передбачені стратегією, принаймні, ще кілька років.

Ключові слова: *навколишнє середовище, суднове паливо, шкідливі викиди, скрубери, зріджений природний газ.*

UDC 629.5.068.4

DOI 10.47049/2226-1893-2020-3-143-164

ANALYSIS OF THE IMPACT OF MODERN ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS ON THE GLOBAL SHIPPING FUEL MARKET

Pizintsali L.

Ph.D., Associate Professor of the Department «Maintenance and repair of ships»

Aleksandrovska N.

Ph.D., Associate Professor of the Department of «Navigation and Maritime Safety»

Odessa National Maritime University, Ukraine, Odessa

Rabocha Tatiana

Ph.D., Associate Professor of the «Engineering Mechanics»

Military Academy of Odessa, Ukraine

Abstract. *The oil market is influenced by a number of factors. According to the authors, perhaps the most significant today is the impact of the requirements of the International Maritime Organization (IMO) on the sulfur content of marine fuel and a significant reduction in carbon dioxide emissions from water transport.*

Environmental requirements play a significant role in the regulation of the ship fuel market, in the search for new types of energy and in the development of shipbuilding. The impact of environmental requirements, combined with economic indicators, leads to the emergence of new types of energy and the development of shipbuilding.

Environmental restrictions of MARPOL in shipping have led to the emergence, development and use of new types of energy: fuels with a low sulfur content; liquefied natural gas; electrical energy, biofuels.

The authors emphasize that the adopted National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030 does not provide for new ways and effective methods of restoration and development of water transport in Ukraine to solve systemic problems. Although, it emphasizes that the priorities are the use of

fuel-efficient and environmentally friendly vehicles, the use of alternative fuels, environmental protection and conservation of protected areas while developing transport infrastructure.

Ukraine does not have the necessary set of options for rescuing from the financial and economic crisis, which has further exacerbated the coronavirus.

According to the authors, it is the latter that does not allow making optimistic forecasts in relation to the development of the fleet and the solution of those tasks that are provided for by the strategy for at least a few more years.

Keywords: *environment, marine fuel, harmful emissions, scrubbers, liquefied natural gas.*

Постановка проблеми. Нефть является основным и важнейшим компонентом мировой экономики и оказывает большое влияние на нашу повседневную жизнь, и поэтому за ней пристально следят экономисты, бизнесмены и трейдеры. Поэтому исследование динамики цен нефти актуально.

На рынок нефти влияет целый ряд факторов. По мнению авторов, в первую очередь это запасы нефти и спрос на нее, а также климатические факторы и геополитические события в мире. Ну, и сегодня, что касается морского транспорта, пожалуй, самым значительным, является влияние требований Международной морской организации (ИМО) по содержанию серы в судовом топливе и значительному сокращению выбросов углекислого газа водным транспортом.

Среди современных глобальных мировых проблем человечества экологические проблемы занимают едва ли не самое главное место. Охране окружающей среды (ОС) и рациональному использованию природных ресурсов в настоящее время уделяют особое внимание правительственные структуры и международная общественность. На повестку дня выносятся вопрос экологической безопасности государства.

Экологические требования играют значимую роль в регулировании судового топливного рынка, в поиске новых видов энергии и в развитии судостроения. Влияние экологических требований в сочетании с экономическими показателями приводит к появлению новых видов энергии и развитию судостроения.

Международный морской флот потребляет более 250 млн. т топлива ежегодно. Увеличение объема потребления топлива морскими судами составляет примерно 2,6 % в год [1].

Расходы на горюче-смазочные материалы (в первую очередь топлива) составляют 50-60 % стоимости затрат всего жизненного цикла судна. При этом следует отметить, что для морских судов затраты на обслуживание, топливо и ремонты в десятки раз превышают стоимость проектирования и строительства нового судна [2].

Ежегодно более 52000 судов, пересекающих океанские торговые маршруты, сжигают более 2 млрд. баррелей тяжелого топлива марок IFO 180, IFO380 и т.п. При этом тяжелые топлива, как побочный продукт крекинга сырой нефти, имеют содержание серы в сотни раз выше, чем дизельное топливо, используемое в США.

По мнению специалистов, торговое судоходство оказывает значительное влияние на ОС. В первую очередь на интенсивность глобального потепления. Объем выбросов судов составляет от 2 % до 3 % общего объема выбросов парниковых газов в мире. Авторы поддерживают утверждение [3], что если сейчас мировое сообщество не предпримет действия, направленные на борьбу с загрязнителями воздуха и сокращение парниковых газов, ситуация будет приобретать ещё более катастрофические масштабы.

По оценкам ИМО, выбросы углекислого газа средствами транспорта к 2050 году возрастут до 250 % по сравнению с 2012 годом [3].

Фактическое увеличение зависит от будущих социально-экономических условий. Однако согласно всем сценариям, выбросы в результате деятельности морских судов неуклонно возрастают. Поскольку в других секторах экономики выброс парниковых газов сокращается, судоходство со временем будет составлять всё более большую долю в глобальном загрязнении ОС [4].

В настоящее время выбросы вредного для климата диоксида углерода достигли 1,2 млрд. т/год. Это 5 % мировой эмиссии вредных газов. 13 % выбросов диоксида серы происходит вследствие использования тяжелого топлива в мировой транспортной энергетике. Столько его выбрасывают в атмосферу Япония или Индия. Кроме того, судовые двигатели выделяют 37 млн. т. оксидов азота и 20 млн. т. ядовитого диоксида серы [5].

Необходимо отметить связь выбросов вредных газов средствами морского транспорта с различными заболеваниями. Ученые подсчитали, что подавляющее большинство выбросов происходит в пределах 400 км от густонаселенных районов и прибрежных зон, что ежегодно приводит к преждевременной смерти около 60 тысяч человек. Это происходит по понятным причинам. Необходимость интенсивно маневрировать в прибрежных зонах, зонах проливов, и других зонах интенсивного судоходства, влечет за собой частую смену режимов работы СЭУ судов, что сказывается как на их экономичности, так и на их экологических показателях. В связи с повышенной концентрацией вредных газов судовой «выхлоп» действительно более вреден, чем автотранспортный и авиационный. Проблема существует, и поиски ее решения ведутся достаточно давно [6].

Исследование, инициированное «Европейской федерацией транспорта и окружающей среды» (Т&Е), говорит о том, что объем выбросов от круизных лайнеров только одного туроператора – Carnival Corpora-

tion – в 2017 году был в десять раз больше, чем от 260 миллионов европейских автомобилей вместе взятых [7].

Можно сделать вывод, что судоходство составляет большую долю в глобальном загрязнении ОС и поэтому вопросы влияния экологических требований на цену нефти и стоимость судового топлива весьма актуальны.

Анализ научных исследований и публикаций. Среди основных направлений решения экологических проблем, возникающих при использовании различных судовых топлив, могут быть выделены:

– проблемы изменения требований к выбросам морского транспорта в соответствии с Международной конвенцией по предотвращению загрязнения с судов МАРПОЛ 73/78. В частности в работе [8-9]. Проанализированы изменения требований к выбросам окислов, образующихся в результате сжигания топлива, в соответствии с Международной конвенцией по предотвращению загрязнения с судов МАРПОЛ 73/78. Приведены основные характеристики используемого тяжёлого топлива RMG 380 и дизельного топлива DMA. Установлено, что использование сжиженного природного газа (СПГ) в качестве основного топлива повышает энергетическую и экономическую эффективность судна и удовлетворяет новым требованиям МАРПОЛ 73/78 к 2020 г. относительно содержания серы в топливе. В работе [9] отражены последние нормативные изменения и меры по соблюдению требований, предъявляемых к выбросам соединений серы, а также технологические и рыночные разработки по проблеме сокращения таких выбросов. Нормативные показатели по выбросу серы могут быть получены в результате использования низкосернистого топлива, в том числе перехода с высокосернистого мазута на морской газойль или дистилляты. Отмечается, что использование таких периферийных устройств как скрубберы, при работе двигателя на традиционных высокосернистых сортах топлива, так же могут дать желаемый эффект.

В статье проанализированы особенности предлагаемых инноваций:

– выявления основных тенденций развития коммерческого флота в условиях нового регулирования [10, 11]. В частности, в работе [10] предлагается материал анализа и дальнейшие перспективы развития энергетических установок флота в целях обеспечения сокращения эмиссии оксидов серы в соответствии с требованиями Международной морской организации, вступающими в силу с 1 января 2020 г. В работе [11] рассматриваются проблемы обеспечения экологической безопасности, которые становятся приоритетными для ведущих производителей, и данное направление начинает занимать главенствующее положение в основных направлениях развития современного двигателестроения.

– проблемы работы судовой энергетической установки (СЭУ) при существующих требованиях ИМО. В частности в работе [12] дан обзор способов снижения содержания серы в отработанных газах СЭУ с ДВС и проведен сравнительный анализ характеристик способов. Разработана методика выбора оптимального варианта с целью приведения его в соответствие экологическим и экономическим требованиям.

– проблемы перевода судов на СПГ [13 – 16]. В частности в работах [13 – 15] проанализировано использование СПГ в качестве топлива водным транспортом с позиции оценки эффективности работы судовой двигательной установки и обеспечения экологической безопасности. Несмотря на то, что вопрос перевода судовой энергетики на газ в принципе решен, остаются проблемы бункеровки судов СПГ, хранения его на борту и другие связанные с этим трудности.

Цель статьи – анализ влияния экологических требований на рынки топлива мирового судоходства.

Изложение основного материала. Одним из основных источников загрязнения ОС является СЭУ. На ее долю приходится около 60-80 % всех токсичных отходов: нефтесодержащие воды и выбросы отработанных газов дизельных двигателей [8].

Сегодня к топливу для СЭУ предъявляют не только требования надежности в работе установок и их экономности, но и выполнения экологических требований. Эта задача решается путем перехода на использование газового топлива. Чтобы перевести все морские суда на этот тип топлива понадобится не одно десятилетие. Главным проблемой в этом переходе является переоборудование судов и инфраструктуры портов. Этот процесс потребует больших финансовых расходов как для судовладельцев, так и для портов.

Ссылаясь на [17], практический опыт использования альтернативных видов моторного топлива показывает, что применение природного газа в качестве моторного топлива позволяет снизить выбросы токсичных веществ в ОС: оксида углерода – в 2,5 раза, оксида азота – в 2 раза, углеводородов – в 3 раза, задымленности – в 9 раз. Поэтому авторы считают, что задача перехода различных видов техники на природный газ, относится к числу приоритетных для транспортного комплекса, в том числе и судового.

Первое круизное судно, работающее на СПГ, отправилось в плавание в декабре 2018 г. С точки зрения защитников природы газовые двигатели не являются совместимыми с мероприятиями по охране ОС, но они должны стать началом решения этих проблем на море [18].

СПГ производят, охлаждая природный газ до -160 °С. При сжижении объем газа уменьшается в 600 раз, что делает его удобным и безопасным для транспортировки. Вот только для его использования необходимо модернизировать судовые двигатели, перестраивать терминалы и выпускать новые бункеровщики. Пока в мире зарегистрировано всего около

120 судов на СПГ, две трети из которых приписаны к портам Норвегии. Это менее 1 % мирового торгового флота грузоподъемностью свыше 300 тонн. Однако ожидается, что в 2020 году количество судов, потребляющих СПГ, уже будет более 500, а к 2030 на новый вид топлива будет приходиться не менее 10 % объема мировой бункеровки [19].

Анализ использования различных видов моторных топлив по критерию «экологичности», показывает, что наиболее чистым топливом является природный газ. Проблемы экологической безопасности водного транспорта являются составной частью экологической безопасности страны. Авторы считают, что если Украина хочет решить проблемы экологии водного транспорта и не отстать от мировых тенденций развития современного морского и речного судостроения, необходимо срочно начать инвестировать средства в организацию газификации судовой энергетики на основе использования СПГ как наиболее дешевого и экологически чистого вида моторного топлива.

Использование СПГ как универсального моторного топлива XXI в. – интенсивно развивающееся в мире направление, которое может превратиться в самостоятельную высокорентабельную отрасль экономики и в Украине. Применение СПГ не противоречит экологическим стандартам и ведет к полному сокращению выбросов оксида серы и твердых частиц, а также сокращению выбросов CO₂ на 25 % и оксида азота – на 80 % в сравнении с флотским мазутом.

Однако, по мнению авторов, трудность решения этой задачи связана, в первую очередь с отсутствием практического опыта Украины по использованию СПГ в судовой энергетике.

Авторы считают, что переход на СПГ позволит снизить себестоимость перевозок водным транспортом и переключить часть грузов с авиационного, автомобильного и железнодорожного видов транспорта на морской и речной транспорт. И это приведет к новому этапу развития отечественного водного транспорта (разработка и производство судов внутреннего и смешанного плавания, развитие сопутствующей сервисной и заправочной инфраструктуры, появление новых рабочих мест и т.д.) и росту экономики страны.

Как отмечено в [20], технико-экономические особенности СПГ-бункеровки указывают на выгодность этого топлива при средне- и долгосрочном использовании судов, усредненных параметрах загрузки и расходов, а также наличии всей инфраструктуры. Отрасль развивается медленнее из-за малого числа портов (есть всего три крупных порта, в которых имеется необходимая инфраструктура для бункеровки СПГ-танкеров – Роттердам, Ванкувер и Сингапур) и низкой ликвидности мирового рынка газа. Ускорить процесс, среди прочего, могут ужесточение экологических требований и штрафы за их нарушение.

СПГ снижает выброс серы до 90 %, тем самым его можно признать наиболее экологически привлекательной альтернативой тяжелому мазуту. Это привело к проектированию судов нового поколения с использованием СПГ как основного топлива.

Сторонники использования СПГ утверждают, что суда, работающие на СПГ, не требуют такого же объема обслуживания, как суда, работающие на нефти, что увеличивает их ресурс.

Несмотря на значительные технические проблемы преимущество использования СПГ, в качестве основного топлива на СЭУ очевидно для многих судовладельцев. В отрасли наблюдается увеличение количества заказов на суда, работающие на СПГ, по сравнению с 2015 годом [21].

Сегодня допустимое количество вредных выбросов регулируется Международной конвенцией по предотвращению загрязнения с судов MARPOL 73/78. Конвенция действует в двух направлениях: ограничивает содержание в топливе соединений серы (SO_x) и азота (NO_x), а также устанавливает особые зоны контроля (ECA — Emission Control Area) (рис. 1).

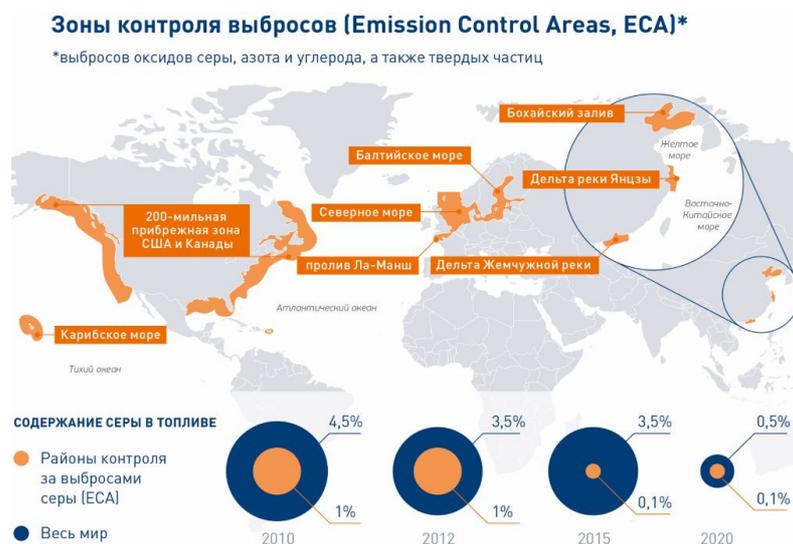


Рис. 1. Районы контроля за выбросами серы

С января 2020 года вступили в силу изменения в приложении VI правил Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов MARPOL 73/78. По ним содержание серы в любом жидком судовом топливе ограничивается уровнем 0,5 % по массе. Топливо с содержанием серы до 3,5 % с 2020 года разрешается применять лишь на судах, оборудованных скрубберами (системами очистки выхлопных газов).

Это не первое усиление требований: в 2010 году содержание серы в судовом топливе по всему миру было ограничено 4,5 %, а с 2012 года – 3,5 %. В отдельных районах плавания SECA (Балтийское и Северное моря, пролив Ла-Манш, а также западное и восточное побережья Северной Америки и относящиеся к США акватории Мексиканского залива и Карибского бассейна) с 1 марта 2010 года содержание серы ограничено 1 %, а с 2015 года – 0,1 %. Аналогичные требования установлены с 2010 года для всех портов ЕС (рис. 2).

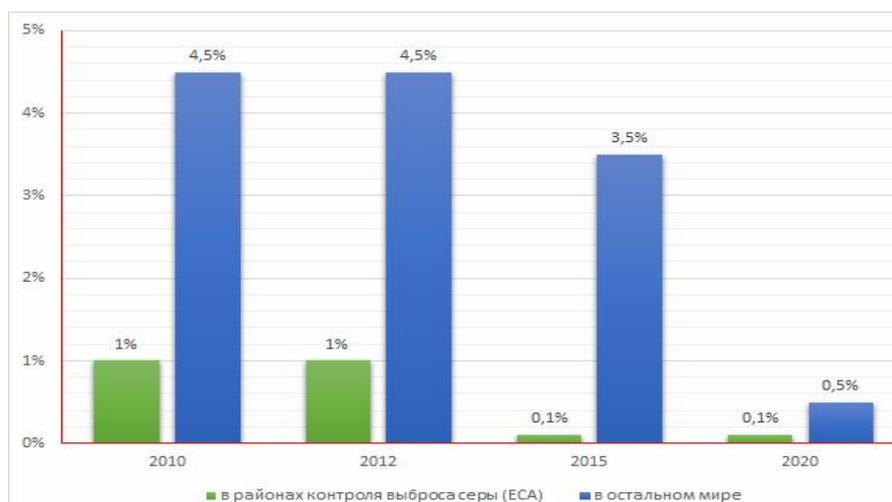


Рис. 2. Содержание серы в топливе

Новое ограничение примечательно масштабами — мазут с содержанием серы до 3,5 % (HSFO) используется как топливо на более 70 % мирового флота и его ежегодное потребление превышает 200 миллионов тонн. В связи с этим, судовладельцы должны либо установить дорогие скрубберы, либо перейти на альтернативные топлива: гораздо более дорогое дизельное топливо, сжиженный газ или новые смеси газойлей с тяжелым топливом, которые соответствовали бы современным требованиям по содержанию серы.

Так, в центре внимания и оказалось ULSFO. Это топливо, ставшее решением «серной» проблемы, относится к так называемым видам «гибридных» судовых топлив, сочетающих в себе свойства тяжелого топлива и дистиллятов, полностью соответствующих требованиям MARPOL по содержанию серы (до 0,1 %). Ключевое преимущество гибридных топлив – умеренная стоимость, позволяющая сократить затраты на функционирование судов в зоне ECA.

Производством новых видов топлив занялись мировые производители: Shell, ExxonMobil, Chemoil, BP.

Новое ограничение MARPOL по концентрации серы в судовых топливах – серьезное испытание для судовых компаний [22].

В связи с этим актуальной является задача повышения качества подготовки топлива перед вхождением судна в подобные акватории не только с целью снижения сернистого износа деталей двигателя, но и для снижения выбросов соединений серы в выпускных газах. Снижение эмиссии окислов серы SO_x в выпускных газах осуществляется, как правило, с помощью использования скрубберной очистки. Широкого распространения на транспортных судах данный метод не получил, прежде всего из-за больших габаритов самих скрубберов (рис. 3), неизбежной дополнительной потери энергии с выпускными газами на преодоление дополнительного аэро- и гидродинамического сопротивления, а также ввиду необходимости сбора и накопления промывочной воды, что требует дополнительных грузовых объемов (танков или цистерн) в случае большой автономности работы судна и его энергетической установки.



Рис. 3. Морской скруббер

В применении к судовым ДВС этот метод используется для транспортных и пассажирских судов каботажного плавания, порты заходов которых могут обеспечить прием и дальнейшую утилизацию воды, использующейся в контурах скрубберной очистки.

Кроме того, снижение эмиссии SO_x в выпускных газах способствует лишь улучшению экологических параметров ДВС и не влияет на техническое состояние деталей дизеля и протекание процесса сгорания топлива.

Все это говорит о том, что технология скрубберной очистки не достаточно отработана. Возможно работу над скрубберами следует выделить в отдельную отрасль, вовлечь в нее химиков, целью которых должно быть получение высокого концентрированного «продукта», а следовательно, и меньшего по объему. В конечном счете скруббер должен представлять собой некий «картридж», легко и технологично заменяемый в любом порту.

Учитывая изложенное, параллельно с определением энергетических и теплотехнических параметров работы дизеля и его технического состояния при экспериментальных исследованиях оценивались экологические параметры его работы.

Прогнозирование будущей цены на топливо действительно является сложной задачей, но ожидается, что переход на топливо более высокого качества, скорее всего, приведет к значительно более высоким затратам. Стоимость различных сортов топлива традиционно тесно коррелирует с ценами на нефть. Совершенствование разработок и наращивание производства низкосернистых топливных смесей приведет к увеличению спроса на дистилляты и, скорее всего, к росту цен вверх. В то же время отсутствие спроса на HSFO может снизить его цену. Таким образом, в будущем можно будет наблюдать расширение разрыва между двумя конкурирующими топливными решениями, причем HSFO (в сочетании с скруббером) устанавливает нижний уровень цен, а MGO определит верхний уровень.

Для более четкого понимания смысла установления скрубберных установок нужно учитывать следующие факторы:

1. Сравнение расходов, основанное на разнице цен между совместимыми видами топлива и альтернативными вариантами соответствия.

2. Ожидание в перспективе превышение цен на низкосернистые топлива за тонну по сравнению с ценой HSFO, которая может достигать в нижней границе 40 долл. США, в верхнем – 365 долл. Базовая разница цен, принимаемая для анализа, составляет 200 долл. США за тонну. При этом абсолютная цена распространенных альтернативных видов топлива будет варьироваться в зависимости от колебаний цен на HSFO).

3. Работа на HSFO со скруббером с открытым контуром или гибридным скруббером, связанная с инвестициями в установку скруббера и увеличением эксплуатационных расходов. (Гибридные скрубберы имеют более высокие затраты на установку и эксплуатацию по сравнению с разомкнутым контуром). Кроме того, для скрубберов сделаны дополнительные предположения:

- системы скрубберов увеличивают расход топлива судна примерно на 3-5 %;

- время простоя скрубберных систем приведет к расходам на эксплуатацию совместного топлива;

- установка систем скрубберов приведет к увеличению стоимости обслуживания (больше для гибридного / замкнутого контура)

- для гибридных и замкнутых систем неизбежны дополнительные расходы на поставку щелочей и утилизацию твердых остатков.

4. Альтернатива LNG имеет инвестиционные затраты на системы хранения, систему управления топливом и конверсию двигателя, а эксплуатационные расходы зависят от предполагаемой цены на LNG.

На мировом судостроении были предприняты попытки альтернативы уменьшения выбросов SOx. Например компания Waterfront Shipping ввело в эксплуатацию два судна *Mari Couva* и *Mari Kokako* (рис. 4) для перевозки метанола, работающие на двух видах горючего – дизельного и метанола. C-Job Naval Architects предложили концепцию танкера, перевозящего аммиак, который использует собственный груз в качестве топлива (рис. 5) [24].



Рис. 4. Танкер *Mari Kokako*



Рис. 5. Концепт танкера
C-Job Naval Architects

Кроме того, авторы считают, что еще одним важным направлением в решении экологических проблем на море является строительство морских судов без выбросов. В настоящее время в Норвегии, Бельгии и Нидерландах эксплуатируются уже 12 судов прибрежного плавания, работающих от аккумуляторов. Больше всего строит таких судов Норвегия (рис. 6). Правительство этой страны намерено до 2030 г. перевести на электрическую тягу 2/3 всех катеров и судов, которые перевозят пассажиров и автомобили.

В 2018 г. во всем мире использовалось 185 судов-электроходов, преимущественно в Норвегии и Франции. До 2021 г. в Норвегии будет запущено в эксплуатацию еще 60 судов-электроходов и судов с гибридным приводом. К таким судам относится построенное из легкого алюми-

ния судно «Amrge», оснащенное литиевыми аккумуляторами общим весом 10 т. Оно способно перевозить 350 пассажиров и 120 автомобилей. Судно работает с меньшей вибрацией корпуса и гораздо тише по сравнению с судами с дизельными двигателями [18]. ИМО рассчитывает, что уже в 2020 году выбросы диоксида серы за счет внедрения новых требований уменьшатся на 80 % [22].

Еще один любопытный вариант альтернативного судового топлива, который рассматривается в настоящее время (рис. 7) – корабли на водородном топливе H_2 [24].

Судно Triple E-class (один из крупнейших в мире контейнеровозов) в 2019 году совершил длительный переход из Роттердама в Шанхай на биотопливной смеси, причем 20% в его составе пришлось на биотопливо второго поколения (рис. 8).



Рис. 6. Единственное круизное судно MS «Roald Amundsen» на аккумуляторных батареях



Рис. 7. Катамаран Energy Observer на водородном топливе

Для использования на судах водород либо сжижается (криогенная жидкость имеет температуру $-240^{\circ}C$), помещается в компрессионные резервуары, либо хранится в виде химического соединения.

Ученые также предвидят определенные проблемы с бункеровкой. Сегодня биотопливо доступно только в некоторых портах Норвегии (рис. 9), Нидерландов, США и Австралии. Таким образом, эти проекты разрабатываются на местном уровне, но биогорючее уже включено в Оценку альтернативных видов топлива DNV GL, активно изучается и рассматривается как реальный вариант альтернативного судового топлива для кораблей будущего.



Рис. 8. Контейнеровоз Maersk muna Triple E-class

Кабинет Министров Украины своим распоряжением от 30 мая 2018 р. № 430 одобрил Национальную транспортную стратегию Украины на период до 2030 года [25], в которой подчеркивается, что одной из причин критического уровня развития транспортной отрасли стало системное недофинансирование, недостаточное техническое обслуживание инфраструктуры и транспорта, а также техническая отсталость, что угрожает не только выполнению его социально-экономических функций, но и национальной безопасности.

Авторы подчеркивают, что в принятой стратегии для развязывания системных проблем не предусмотрены новые пути и эффективные методы восстановления и развития водного транспорта Украины. Хотя, подчеркивается, что приоритетами является использование топливо-экономических и экологических транспортных средств, применение альтернативных видов топлива, охрана ОС и сохранение ценных природоохраняемых территорий при развитии транспортной инфраструктуры.

Как подчеркивается в стратегии, мировые тенденции развития транспортных систем свидетельствуют о необходимости стремительного объединения транспортных технологий и региональных проектов мобильности. Транспорт становится все более энергосберегающим и «зеленым», безопасным и дружелюбным к потребителю и ОС.

К сожалению, авторы подчеркивают, что непрофессиональные реформы, которые продолжаются в морской отрасли последние десятилетия, разрушили не только судоремонт, но и систему безопасности в украинских портах, уменьшили количество транзитных перевозок через Украину, количество заходов судов в наши порты, показали несостоятельность предоставлять качественные транспортные услуги при экспортных перевозках, что, в свою очередь, оказало негативное влияние на конкурентоспособность и эффективность национальной экономики.

В стратегии предусматривается, например:

– присоединение Украины к морскому «Голубому поясу» вокруг Европы, обеспечение наблюдения за судами и грузами («голубой пояс») и создание соответствующих портовых мощностей;

– включение морских портов Украины в топ-100 крупнейших портов мира по показателям объема обработки контейнеров и другое;

– обновление транспортных средств для нужд отрасли, внедрение и налаживание действенного механизма для привлечения частного капитала в развитие;

– стимулирования обновления флота и поддержка долгосрочных инвестиций в обновление и строительство речных судов.

При эффективной системе господдержки строительство новых судов даст толчок для других отраслей (машиностроение, металлургия и др.). По оценкам центра транспортных стратегий – ЦТС и «Укрречфлота», один доллар инвестиций в судостроение дает несколько долларов потребления в смежных областях. Если взять за основу, например речные перевозки, то для удовлетворения спроса объемом 32 млн. т, нужно построить более 250 ед. речного флота. Это потребует более \$1,6 млрд. инвестиций. За 10 лет эти вложения сгенерируют создание более 8,3 тыс. рабочих мест, рост потребления в смежных отраслях на уровне \$2,6 млрд., около \$732 млн. бюджетных отчислений и более \$1 млрд. зарплат [26].

По словам Министра экономики, Украина и мир вошли в сложную экономическую ситуацию из-за пандемии коронавируса. Это первый раз, когда мировой кризис будет вызван не финансовыми факторами, а будет промышленный и сервисный. Украина традиционно располагает очень скудным набором вариантов спасения от финансово-экономического кризиса [27].

По мнению авторов, именно последнее не дает строить оптимистические прогнозы по отношению к развитию флота и решению тех задач, которые предусмотрены стратегией, по крайней мере, еще на несколько лет.

Почти шесть лет назад Регистр Ллойда в сотрудничестве с Университетом Саутгемптона представил знаменитый доклад «Глобальные тенденции в области морских технологий 2030» (GMTT 2030). В нем утверждается, что гибридные силовые установки в конечном счете вытеснят традиционные дизельные двигатели, потому что судоходство вынуждено принимать меры по сокращению выбросов углекислого газа (CO₂) и оксидов азота (NO_x) [28].

Авторы согласны с данными [29], что общемировыми последствиями норматива IMO 2020 будут:

– увеличенный спрос на низкосернистое топливо усугубит нехватку мощностей;

– ценовой всплеск будет наблюдаться не только на газойль и другое низкосернистое судовое топливо (рост спроса на 2,5-3,1 млн баррелей в сутки), но и на бензин, авиакеросин и т.д.;

– увеличение ценового дифференциала между высокосернистой и малосернистой нефтью. Расходы судовладельцев возрастут более, чем на 50 % (174\$ млрд.). Повысятся тарифы на грузоперевозки.

Выводы

1. Введение требований ИМО 2020, конечно повлечет негативные экономические последствия и для перевозчиков, и для грузоотправителей. Однако, экологические последствия станут положительным фактором. Прогнозируется, что ИМО 2020 сократит общие выбросы оксида серы на 85 %, что благотворно скажется на природе и здоровье человечества: сократится число штормов вдоль торговых путей, особенно в Индийском океане и Южно-Китайском море, уменьшится число кислотных дождей, уменьшится количество респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний в прибрежных районах .

2. Экологические ограничения MARPOL в судоходстве привели к появлению, развитию и использования новых видов энергии:

- топлив с низким содержанием серы;
- сжиженного природного газа; метанола; аммиака;
- электрической энергии;
- водородного топлива;
- биотоплива.

3. Использование новых направлений развития судостроения требует модернизации судовых двигателей, перестройку терминалов, выпуск новых бункеровщиков и т.д., но позволит значительно снизить уровень загрязнения ОС.

4. Авторы подчеркивают, что в Украине, к сожалению, вопросы использования альтернативных видов топлива практически не занимают.

5. В ближайшие годы на рынке нефтепереработки ожидается дестабилизация, которая по прогнозам продлится вплоть до 2025 г.

6. Возрастают степени влияния экологического императива, который наряду с геополитикой сегодня определяет дальнейшие развитие энергетических рынков.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Полянцев Ю.Д. Методы управления топливно-энергетическими ресурсами на морском транспорте / Ю.Д. Полянцев, Г.А. Кобринский. М.: Транспорт, 1983. 135 с.
2. Петров Ю.П. Оптимальные регуляторы судовых силовых установок (теоретические основы) / Ю.П. Петров. Л.: Судостроение, 1986. 121 с.
3. Greenhouse Gas Emissions from Global Shipping, 2013-2015 // The International Council on Clean Transportation. October, 2017. 38 p.

4. Картамышева Е.С. Судно как источник загрязнения окружающей среды / Е.С. Картамышева, Д.С. Иванченко, Е.А. Бекетова. – Текст: непосредственный, электронный // Молодой ученый. 2018. № 25 (211). С. 12-15.
5. Судовладельцы откажутся от «грязного» топлива. URL: <https://www.meteovesti.ru/news/63713739042-sudovladelcy-otkazhutsya-gryaznogo-topliva> (дата обращения 30.04. 2020).
6. Топливные перспективы // Журнал «Сибирская нефть». № 137 (декабрь 2016) URL: www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2016-december/1115843/ (дата обращения 06.05. 2020).
8. Морские круизы во вред экологии – URL: <http://www.ecolife.ru/infos/news3/50313/> (дата обращения 07. 05.2020).
9. Покусаев М.Н., Букин В.Г., Абачараев И.М., Ермолаев В.П. Влияние вида судового топлива на энергоэффективность судовой энергетической установки танкера-газовоза // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2019. № 1. С. 78-88. DOI: 10.24143/2073-1574-2019-1-78-88.
10. Petrov Aleksandr P., and Grigorij E. Zhivljuk. Environmental safety. Limitation of sulfur emissions by the ship power plants // Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S.O. Makarova 11.1(2019): 130-145. DOI: 10. 21821/2309-5180-2019-11-1-130-145.
11. Живлюк Г.Е. Особенности развития экологически безопасных современных дизельных энергетических установок / Е.Ж. Григорий, А.П. Петров // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2017. № 3(43). С. 581-596.
12. Живлюк Г.Е. Экологическая безопасность судовых ДВС. Выбор эффективного способа соответствия новым требованиям 2020 г. По выбросам серы / Г.Е. Живлюк, А.П. Петров // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2018. № 4. С. 727-744.
13. Пьяе П.А. Анализ способов снижения содержания соединений серы в выпускных газах судовых двигателей / П.А. Пьяе // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2018. Т. 10. № 4. С. 793-803.
14. Карпенко А.А. Перспективы перевода судов морского и речного транспорта на альтернативные виды топлива / А.А. Карпенко // TRANSPORT BUSINESS IN RUSSIA. №3 2017. С. 63-66.

15. Костылев И.И. Сжиженный природный газ как судовое топливо: проблемы и перспективы их решения / И.И. Костылев // *Транспорт Российской Федерации*. № 2 (75) 2018. С. 74-78.
16. Костылев И.И., Коняев Д.В. бункеровка как фактор сдерживания применения газового топлива на судах / И.И. Костылев // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова*. 2016. № 5. С. 134-143.
17. *Современная АЗС*, № 01(190) 2018 // *Альтернативное топливо* URL:<http://www.sovazs.com/showarticle.phtml?id=2750>
18. *Экологические проблемы судовых силовых установок* URL: <http://gl-engineer.com/articles/ekologicheskie-problemy-sudovyh-silovyh-ustanovok> (дата обращения 26.06.2019).
19. Голубев Р.О. / *Исследование направлений повышения энергетической эффективности СПГ- танкеров* // *Наука, техника и образование*. 2018. № 5 (46): *Научно-методический журнал*. С. 62-66.
20. *Экономика СПГ как бункера* URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/rynok/548897-ekonomika-spg-kak-bunkera/> (дата обращения 15.05.2020).
21. *Аппараты газоочистки на судах гражданского и военного морского флота* URL: <https://gas-cleaning.ru/article/morskoi-skrubber>
22. Карпенко А.А., Концева Е.П. *Перспективы перевода судов морского и речного транспорта на альтернативные виды топлива* <https://maritime-zone.com/news/view/alternativnoe-sudovoe-toplivo-sverim-gotovnost-k-imo-sulphur-cap-2020>
23. Кириллов Н.Г. *Экологические проблемы эксплуатации водного транспорта и первый опыт создания отечественного судна на сжиженном природном газе* // *Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова*. 2016. Вып. № 2 (36). С. 98-108.
24. *Альтернативное судовое топливо: сверим готовность к IMO SULPHUR CAP 2020* <https://maritime-zone.com/news/view/alternativnoe-sudovoe-toplivo-sverim-gotovnost-k-imo-sulphur-cap-2020> (дата обращения 18.10.2019).
25. *Про схвалення Національної транспортної стратегії ...* URL:zakon.rada.gov.ua › (дата обращения 15.05.2020).
26. *Мультипликатор судостроения: Как повлияет развитие ...* URL: cfts.org.ua › *articles* › *multiplikator_sudostr...* (дата обращения 24.01.2020).
27. *Министр экономики Петрашко: Последствия влияния ...* URL: biz.liga.net › *all* › *novosti* › *п.* (дата обращения 23.05.2020).

28. Судходство 2030: новыя тэхналогіі ў морскай індустрыі 11.06.2019 <https://maritime-zone.com/news/view/sudohodstvo-2030-novye-tehnologii-v-morskoj-industrii>
29. Регламент Міжнароднай морскай арганізацыі і перспектывы нафтаперапрацоўчай апрадзі <https://www.imeto.ru/files/File/ru/conf/2019/05042019/04-KARAEVA-PRZ-II.pdf>

REFERENCES

1. Polyantsev, Yu.D. *Metodyi upravleniya toplivno-energeticheskimi resursami na morskoy transporte* / Yu.D. Polyantsev, G.A. Kobrinskiy. M.: Transport, 1983. 135 s.
2. Petrov, Yu.P. *Optimalnyie re Greenhouse Gas Emissions from Global Shipping, 2013-2015* // *The International Council on Clean Transportation*. October, 2017. 38 p.
3. *Greenhouse Gas Emissions from Global Shipping, 2013-2015* // *The International Council on Clean Transportation*. October, 2017. 38 p.
4. Kartamyisheva, E.S. *Sudno kak istochnik zagryazneniya okruzhayushey sredy* / E.S. Kartamyisheva, D.S. Ivanchenko, E.A. Beketova / E.S. Kartamyisheva, D.S. Ivanchenko, E.A. Beketova // *Molodoy ucheniy*. 2018. # 25 (211). S. 12-15.
5. *Sudovladeltsy otkazhutsya ot «gryaznogo» topliva*. URL: <https://www.meteo vesti.ru/news/63713739042-sudovladelcy-otkazhutsya-gryaznogo-topliva> (data obrascheniya 30.04. 2020).
6. *Toplivnyie perspektivy* // *Zhurnal «Sibirskaya neft»* – #137 (dekabr 2016) URL: www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2016-december/1115843/ (data obrascheniya 06.05. 2020).
7. *Morskie kruizy vo vred ekologii* URL: <http://www.ecolife.ru/infos/news3/50313/> (data obrascheniya 07. 05.2020).
8. Pokusaev, M.N., Bukin, V.G., Abacharaev, I.M., Ermolaev, V.P. *Vliyanie vida sudovogo topliva na energoeffektivnost sudovoy energ* // *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta*. Seriya: *Morskaya tehnika i tehnologiya*. 2019. # 1. S. 78-88. DOI: 10.24143/2073-1574-2019-1-78-88.eticheskoy ustanovki tankera-gazovoza
9. Petrov, Aleksandr P. and Grigorij, E. Zhivljuk. «Environmental safety. Limitation of sulfur emissions by the ship power plants». *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S.O. Makarova* 11.1(2019): 130-145. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-1-130-145.

10. Zhivlyuk, G.E. *Osobennosti razvitiya ekologicheskii bezopasnykh sovremennykh dizelnykh energeticheskikh ustanovok* / E.Zh. Grigoriy, A.P. Petrov // *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. - 2017. - #3(43). - С. 581-596.
11. Zhivlyuk, G.E. *Ekologicheskaya bezopasnost sudovykh DVS. Vybor effektivnogo sposoba sootvetstviya novym trebovaniyam 2020 g. Po vyibrosam seryi* / G.E. Zhivlyuk, A.P. Petrov // *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. - 2018. - #4. - С. 727-744.
12. Pyae, P.A. *Analiz sposobov snizheniya soderzhaniya soedineniy seryi v vyipusknykh gazakh sudovykh dvigateley* / P.A. Pyae // *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. - 2018. - T. 10. - # 4. - С. 793-803.
13. Karpenko, A.A. *Perspektivy perevoda sudov morskogo i rechnogo transporta na alternativnyie vidy topliva* / A.A. Karpenko // *TRANSPORT BUSINESS IN RUSSIA*. #3 2017. S. 63-66.
14. Kostyilev, I. I. *Szhizhennyiy prirodnyiy gaz kak sudovoe toplivo: problemy i perspektivy ih resheniya* / I. I. Kostyilev / «*Transport Rossiyskoy Federatsii*» # 2 (75) 2018. S. 74-78.
15. Kostyilev, I.I., Konyaev, D.V. *bunkerovka kak faktor sderzhivaniya primeneniya gazovogo topliva na sudah* / I.I. Kostyilev // *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. - 2016. - # 5 - С. 134-143.
16. *Sovremennaya AZS, #01(190) 2018 / Alternativnoe toplivo* URL: <http://www.sovazs.com/showarticle.phtml?id=2750>
17. *Ekologicheskii problemy sudovykh silovykh ustanovok* URL: <http://gl-engineer.com/articles/ekologicheskii-problemy-sudovykh-silovykh-ustanovok> (data obrascheniya 26.06.2019).
18. Golubev, R.O. / *Issledovanie napravleniy povysheniya energeticheskoy effektivnosti SPG- tankerov* / *Nauka, tehnika i obrazovanie* 2018. # 5 (46) *Nauchno-metodicheskii zhurnal*. S. 62-66
19. *Ekonomika SPG kak bunkera* URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/rynok/548897-ekonomika-spg-kak-bunkera/> (data obrascheniya 15.05.2020).
20. *Apparaty gazoochistki na sudah grazhdanskogo i voennogo morskogo flota* URL: <https://gas-cleaning.ru/article/morskoi-skrubber>
21. Karpenko, A.A., Koptseva, E.P. *Perspektivy perevoda sudov morskogo i rechnogo transporta na alternativnyie vidy topliva* URL: <https://maritime-zone.com/news/view/alternativnoe-sudovoe-toplivo-sverim-gotovnost-k-imo-sulphur-cap-2020>

22. Kirillov, N.G. *Ekologicheskie problemyi ekspluatatsii vodnogo transporta i pervyyi opyt sozdaniya otechestvennogo sudna na szhizhenom prirodnom gaze // Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova. 2016. Vyip. # 2 (36). S. 98-108.*
23. *Alternativnoe sudovoe toplivo: sverim gotovnost k IMO SULPHUR CAP 2020* <https://maritime-zone.com/news/view/alternativnoe-sudovoe-toplivo-sverim-gotovnost-k-imo-sulphur-cap-2020> (data obrascheniya 18.10.2019).
24. *Pro shvalennyya Natsionalnoyi transportnoyi strategiyi ... URL: zakon.rada.gov.ua > (data obrascheniya 15.05.2020).*
25. *Multiplikator sudostroeniya: Kak povliyaet razvitie ... URL: cfts.org.ua > articles > multiplikator_sudostr...* (data obrascheniya 24.01.2020).
26. *Ministr ekonomiki Petrashko: Posledstviya vliyaniya ... URL: biz.liga.net > all > novosti > n. (data obrascheniya 23.05.2020).*
27. *Sudohodstvo 2030: novyye tehnologii v morskoy industrii 11.06.2019* <https://maritime-zone.com/news/view/sudohodstvo-2030-novye-tehnologii-v-morskoy-industrii>
28. *Reglament Mezhdunarodnoy morskoy organizatsii i perspektivy neftepererabatyivayushey otrasli* <https://www.imemo.ru/files/File/ru/conf/2019/05042019/04-KARAEVA-PRZ-II.pdf>

Стаття надійшла до редакції 24.01.2020

Посилання на статтю: Пизинцали Л.В., Александровская Н.И., Рабочая Т.В. Анализ влияния современных экологических требований на рынок топлива мирового судоходства // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць, 2020. № 3(63). С. 143-164. DOI 10.47049/2226-1893-2020-3-143-164.

Article received 24.01.2020

Reference a JournalArtic: Pizintsali L., Aleksandrovska N., Rabocha T. Analysis of the impact of modern environmental requirements on the global shipping fuel market // Herald of the Odessa national maritime university. 2020. 3(63), 143-164. DOI 10.47049/2226-1893-2020-3-143-164.