

ОЦЕНКА АТМОСФЕРНОЙ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК ИЗ РОССИИ ВОЗДУШНЫМ И ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

В.А. Грабар

Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля,
Россия, 107258, Москва, ул. Глебовская, 20Б;
адрес для переписки: v774007@yandex.ru

Реферат. Современное интенсивное развитие судоходства и воздушного транспорта сопровождается увеличением антропогенного воздействия на окружающую среду и климат. По оценкам Международной организации гражданской авиации и Международной морской организации (ИМО) к 2050 г. ожидается увеличение выбросов парниковых газов от международных авиационных и морских перевозок в 2-3 раза. Выполнена оценка эмиссии диоксида углерода, метана и закиси азота от международных перевозок из России воздушным и водным транспортом за период 1990-2018 гг., проанализированы динамика и основные драйверы изменения выбросов, приведены международные сравнения. Расчет выбросов проводился в соответствии с методологией Межправительственной группы экспертов по изменению климата на основе данных Федерального агентства воздушного транспорта и ИАА «ПортНьюс». Анализ исторических трендов показывает, что изменения выбросов парниковых газов при международных перевозках водным и воздушным транспортом имеют сходные тенденции. В 2018 году совокупная эмиссия CO₂, CH₄ и N₂O от международных перевозок из России составила 47.0 млн т CO₂-экв., что в 2.7 раза больше, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладал диоксид углерода, на долю которого приходилось 99.5% совокупного выброса. Выбросы метана и закиси азота составили 0.1% и 0.4% соответственно. Наибольший вклад в выбросы парниковых газов вносит водный транспорт. Доля России в глобальной эмиссии углекислого газа от международных морских и авиационных перевозок не превышает 3.5%. Основными факторами, влияющими на динамику выбросов, являются общие тенденции развития экономики и международной торговли. В ближайшие годы ожидается сокращение эмиссии парниковых газов от международного водного и воздушного транспорта в России в связи с запретом ИМО на использование высокосернистого топлива, а также ограничением международных морских и авиационных перевозок на фоне распространения коронавируса в мире в 2020 г.

Ключевые слова. Парниковые газы, эмиссия, морские перевозки, воздушные перевозки, бункерное топливо, расчет, международные сравнения, драйверы.

Введение

Современное интенсивное развитие судоходства и гражданской авиации сопровождается увеличением антропогенного воздействия на окружающую среду и климат. В 2019 году выбросы диоксида углерода от международного воздушного транспорта составили 915 млн т (АТАГ, 2020). По оценкам Международной морской организации (ИМО), в 2012 году эмиссия углекислого газа от судоходства оценивалась в 949 млн т (ИМО, 2014). Необходимо отметить, что как для эмиссии от авиации, так и для эмиссии от водного транспорта, характерно превалирование международных перевозок над внутренними. Совокупный вклад международного воздушного и водного транспорта в глобальную эмиссию диоксида углерода составляет примерно 3.5%. Оценка выбросов парниковых газов от международных авиационных и морских перевозок представляет актуальную задачу из-за быстрого роста их объема в мире. По разным оценкам к 2050 г. ожидается увеличение выбросов парниковых газов от международной авиации и судоходства в 2-3 раза (Кароль, 2000; IPCC, 1999; ИМО, 2014; ICAO, 2019). В статье представлены результаты расчетов атмосферных выбросов CO_2 , CH_4 и N_2O при осуществлении международных перевозок из России воздушным и водным транспортом за период с 1990 по 2018 гг., проанализированы динамика и основные драйверы изменения выбросов, приведены международные сравнения.

Методы и материалы

При сгорании топлива в двигателях морских и воздушных судов в атмосферу поступают парниковые газы и загрязняющие вещества. Морские (речные) и воздушные суда являются источниками выбросов окислов серы и азота, предшественников озона (NO_x , CO , летучие органические соединения неметанового ряда (НМЛОС)), твердых частиц, паров воды (H_2O), а также парниковых газов – диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O). Задачей исследования являлась оценка эмиссии основных парниковых газов (CO_2 , CH_4 , N_2O) воздушным и водным транспортом при осуществлении международных перевозок пассажиров и грузов из России.

Расчеты выбросов выполняли по методике Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов, разработанной Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК). Методика расчета подробно описана в работах (Грабар и др., 2009; Грабар и др., 2011; Грабар и др., 2015; Дмитриева, Грабар, 2017). Согласно методологии МГЭИК, выбросы от международного водного и воздушного транспорта охватывают все рейсы, выполняемые с территории Российской Федерации за рубеж, независимо от национальной принадлежности морского/воздушного судна. Согласно терминологии МГЭИК топливо, которое используется морскими и воздушными судами для осуществления международных перевозок, называется бункерным (IPCC, 2006).

Международные перевозки водным транспортом

Расчет выбросов парниковых газов проводился на основе данных Информационно-аналитического агентства «ПортНьюс» (ИАА «ПортНьюс») об общей массе топлива, заправленного российскими и иностранными судами в портах Российской Федерации для осуществления международных морских и речных перевозок. В своих оценках ИАА «ПортНьюс» основывается на данных Федеральной таможенной службы России, администраций морских портов, ФГУП «Росморпорт», российских судоходных и бункеровочных компаний (ИАА «ПортНьюс», 2018).

Динамика потребления бункерного топлива по регионам России представлена на рис. 1. Основная доля бункеровок до 2012 г. принадлежала Северо-Западному региону¹⁾. На его долю приходилось более 40% продаж судового топлива всех морских портов России. Однако, начиная с 2012 г., долевого вклад рынка Дальнего Востока²⁾ начал увеличиваться, что связано с конкурентной ценой на бункерное топливо, которая привлекала в порт транзитные суда. В среднем за период с 2014 по 2018 гг. долевого вклад Северо-Западного, Южного³⁾ и Дальневосточного регионов в общий объем бункерного рынка России составлял 32%, 24% и 44% соответственно.

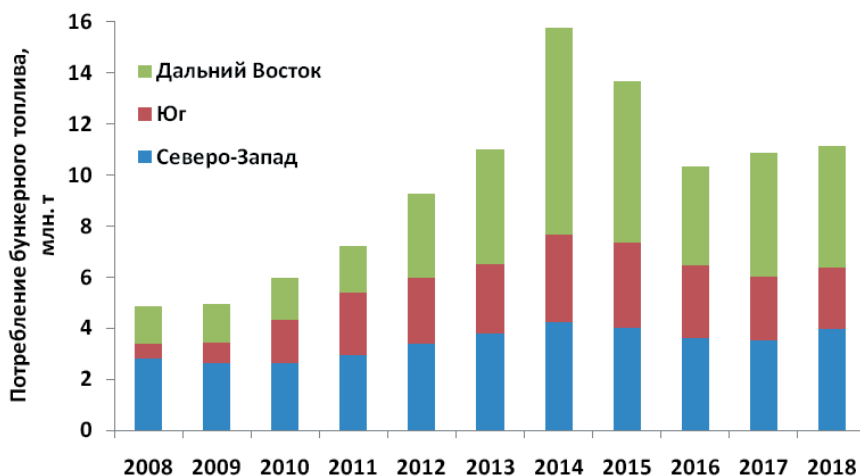


Рисунок 1. Потребление морского бункерного топлива по регионам России, млн тонн

Figure 1. Marine bunker fuel consumption in the regions of Russia, million tons

¹⁾Морские порты Северо-Западного региона расположены в Санкт-Петербурге (Большой морской порт Санкт-Петербурга), Ленинградской области (порты Усть-Луга, Приморск, Высоцк и Выборг), а также в Мурманске, Калининграде и Архангельске.

²⁾Морские порты Дальнего Востока представлены следующими портами: Владивосток, Хабаровск, Восточный, Ванино, Находка, Советская Гавань, Козьмино, Де-Кастри, Холмск, Корсаков, Посьет, р-н острова Сахалин, Зарубино и Славянка.

³⁾Южный регион включает морские порты: Новороссийск, Туапсе, Тамань, Кавказ, Темрюк, Ейск, Сочи

С 2008 по 2014 г. потребление топлива водным транспортом при международных перевозках увеличилось в 3.2 раза с 4.9 млн тонн до 15.8 млн тонн соответственно (рис. 1). Спад показателей в 2015-2016 гг. связан с ужесточением контроля государственных органов за экспортом нефтепродуктов, а также выравниванием стоимости судового топлива в российских и иностранных портах. Указанные причины привели к тому, что судовладельцы стали больше бункероваться за пределами России (ИАА «ПортНьюс», 2018). Динамика показателей 2017 и 2018 годов положительная. В 2018 году потребление бункерного топлива составило 11.1 млн тонн, что превышает уровень 2016 года на 8%. Будущее российского бункерного рынка напрямую зависит от темпов роста экономики, развития портового хозяйства и динамики грузооборота (Холопов, Соколова, 2015).

На рис. 2 показана структура потребления бункерного топлива в российских портах. По своим характеристикам судовое топливо подразделяется на тяжелое и легкое. К тяжёлому топливу относится флотский мазут, к лёгкому – морское дизельное топливо и газойль. Как видно из рис. 2, в 2008 году 90% рынка бункерного топлива составлял мазут. В 2018 году доля потребления светлого топлива выросла до 22%. При этом, соотношение потребления темного и светлого топлива в Северо-Западном регионе составляет 63% на 37%, что связано с установлением ИМО зон особого контроля за выбросами серы, в число которых входят, в том числе, Балтийское и Северное моря (ИАА «ПортНьюс», 2018).

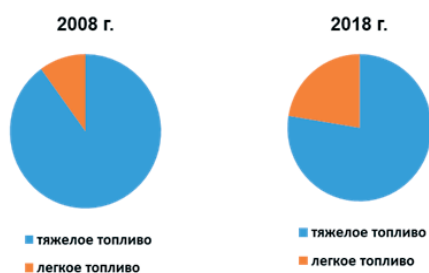


Рисунок 2. Структура потребления морского бункерного топлива в российских портах

Figure 2. The structure of marine bunker fuel consumption in the Russian ports

Объем потребления бункерного топлива определяется интенсивностью движения судов. В свою очередь, спрос на топливо зависит от количества судозаходов в порты, масштабов портовой деятельности, оборота тоннажа, близости оживленных судоходных маршрутов и обслуживания транзитных судовых потоков. Кроме того, достаточно важно наличие инфраструктуры (технической, организационной, информационной) и близлежащих источников поставок конкурентоспособного топлива по ценам местных нефтеперерабатывающих заводов (Холопов, Соколова, 2015).

Международные воздушные перевозки

Расчет выбросов парниковых газов производился на основе информации об общей массе авиационного топлива, использованного российскими и иностран-

ными авиаперевозчиками при грузовых и пассажирских авиаперевозках, выполненных с территории Российской Федерации за рубеж. Величина общей массы использованного топлива была получена расчетным путем по данным Федерального агентства воздушного транспорта о налете воздушных судов (Грабар и др., 2009; Грабар и др., 2011). Данные по среднему часовому расходу топлива были предоставлены ФГУП Государственный научно-исследовательский институт Гражданской Авиации. Средний часовой расход топлива включает фазы взлета/посадки и крейсерского полета воздушных судов.

На рис. 3 представлены данные о суммарном налете воздушных судов в международном сообщении. С 2000 по 2014 годы происходил рост интенсивности авиаперевозок за рубеж, о чем свидетельствует существенное увеличение налета. Так в 2014 году налет воздушных судов был в 2.7 раз больше, чем в 2000 году. Спад показателей в 2015, 2016 гг. связан с девальвацией рубля, удорожанием билетов и переориентацией населения на внутренний туризм, а также с геополитической конъюнктурой – запретом перелетов на популярные направления (Турция, Египет). Возобновление чартерных рейсов в Турцию в конце августа 2016 года способствовало быстрому восстановлению показателей деятельности международной гражданской авиации России в 2017 году. По итогам 2018 года наблюдалась устойчивая положительная динамика роста объемов воздушных перевозок, что во многом связано с позитивной макроэкономической ситуацией и проведением чемпионата мира по футболу.

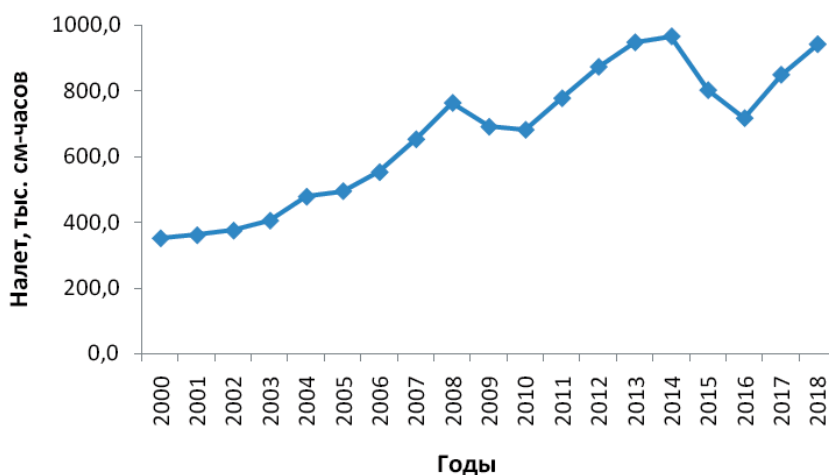


Рисунок 3. Налет в международном сообщении

Figure 3. Flying hours in international traffic

Объем потребления топлива воздушными судами при осуществлении перевозок с территории России за рубеж представлен на рис. 4.

Рост использования авиатоплива в международном сообщении с 1990 по 2014 г. согласуется с тенденциями увеличения объемов международных грузовых и пассажирских перевозок (рис. 3 и 4). Пик потребления топлива при международных авиаперевозках приходился на 2014 год и составил 3.5 млн тонн. В 2015-2016 гг. произошло снижение его потребления, что связано с

сокращением международных полётов в связи с макроэкономическими факторами, а также закрытием популярных туристических направлений, о чем говорилось выше. В 2017-2018 гг. рост потребления авиатоплива возобновился.

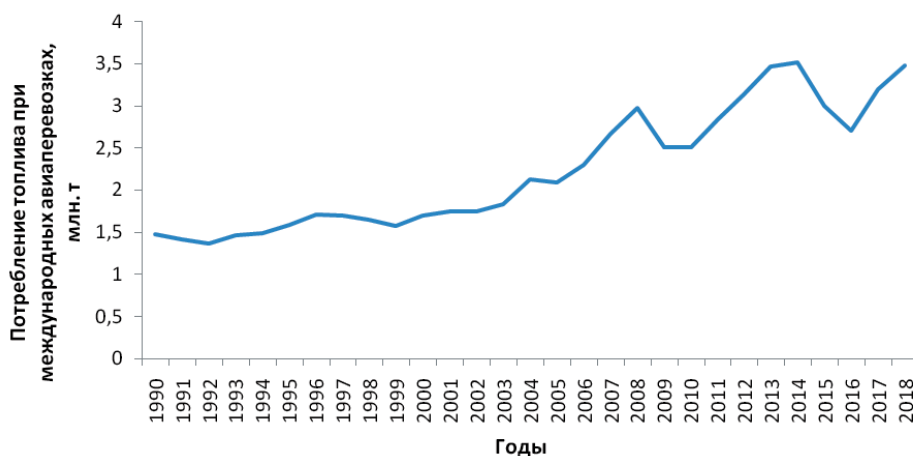


Рисунок 4. Потребление авиационного топлива при международных авиаперевозках в России, млн тонн

Figure 4. Aviation fuel consumption for the international flights, million tons

Результаты и обсуждение

Выбросы от международных перевозок водным транспортом

Расчетные значения диоксида углерода, метана и закиси азота при международных перевозках водным транспортом представлены на рис. 5 и 6 соответственно. Основная доля выбросов связана с использованием тяжелых топлив (мазута). Как видно из рис. 5 и 6, в целом за период 1990-2018 гг. наблюдался восходящий тренд выбросов. Наименьшая величина эмиссии парниковых газов была в 2008 году, что связано со спадом торговли в связи с мировым экономическим кризисом 2008-2009 годов. С 2010 по 2014 г. рост выбросов вновь возобновился вслед за увеличением количества судозаходов и объемов транзитных перевозок. Отток транзитных бункеровок в 2015-2016 гг. способствовал снижению потребления топлива и, соответственно, выбросов парниковых газов от международных морских перевозок в эти годы. В 2018 году эмиссия диоксида углерода составила 35.9 млн. т, что в 2.8 раза больше, чем в 1990 году (рис. 5). Тренды выбросов CH_4 и N_2O повторяют тренд эмиссии CO_2 . Величины эмиссии метана и оксида диазота в 2018 году составили 3275 и 936 т соответственно (рис. 6). В 2018 г. выбросы сократились на 29.6% по сравнению с уровнем 2014 года, что связано с уменьшением объемов потребления бункерного топлива в Дальневосточном регионе. Ситуация, характерная и для других морских бассейнов Российской Федерации, обусловлена оттоком транзитных бункеровок, причины которого обсуждались выше.

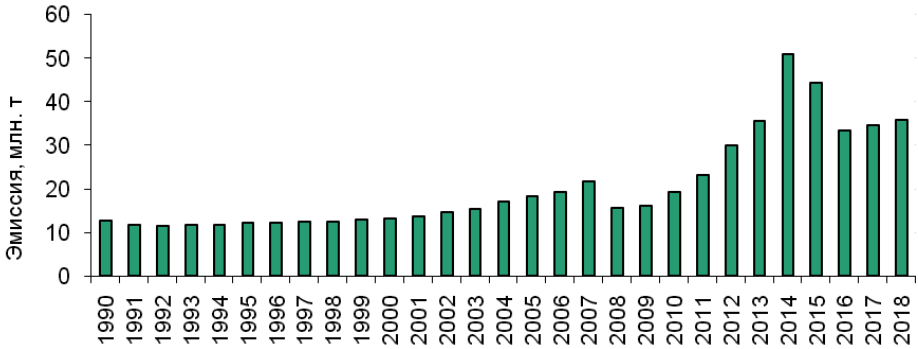


Рисунок 5. Динамика выбросов диоксида углерода от международных перевозок водным транспортом

Figure 5. Dynamics of carbon dioxide emission from international navigation

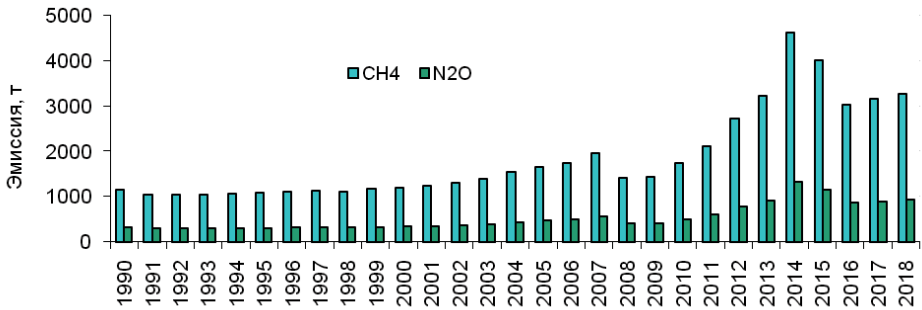


Рисунок 6. Динамика выбросов метана и оксида диазота от международных перевозок водным транспортом

Figure 6. Dynamics of methane and nitrous oxide emissions from international navigation

По данным Международного энергетического агентства (МЭА), в 2017 году глобальные выбросы диоксида углерода от международного судоходства достигли 697.1 млн тонн. Мировым лидером по объемам выбросов традиционно стал Сингапур (158 млн тонн). Далее в первой пятёрке находятся: США (74 млн тонн), Китай, включая Гонконг (67 млн тонн) и Объединенные Арабские Эмираты (48 млн тонн) (IEA, 2020). По нашим оценкам в 2017 году эмиссия углекислого газа при международных перевозках водным транспортом из России составила 34.7 млн тонн или около 5% мировых выбросов.

Динамика эмиссии парниковых газов от водного транспорта тесно связана с развитием экономики и международной торговли. Так, Северо-Западный и Дальневосточный регионы России, по территориям которых проходят основные международные транспортные коридоры, вносят наибольший вклад в совокупную эмиссию парниковых газов. Северо-Западный регион непосредственно граничит с индустриально развитыми странами Западной Европы и имеет широкий выход в Атлантику через Баренцево, Белое и Балтийское моря. Кроме того, на Северо-Западе, известном своими природными ресур-

сами и развитыми производственными мощностями, формируется значительный грузовой поток для российских и международных перевозок (Чижков, 2015). В условиях санкционной политики Западной Европы и США возрастает роль морского транспорта Дальнего Востока во внешнеэкономических связях со странами Азиатско-Тихоокеанского региона (Китай, Японии, Южной Кореи). Увеличение экспортно-импортных потоков в данном регионе способствует росту интенсивности движения судов и, как следствие, выбросов парниковых газов.

Значительное влияние на структуру и объемы потребления топлива оказывают экологические инициативы ИМО, направленные на ужесточение требований по вредным выбросам. Так, с 2020 года вступили в силу изменения в приложении 6 правил Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года (MARPOL). По ним содержание серы в любом жидком судовом топливе ограничивается с 3.5% до 0.5% по массе. Топливо с содержанием серы выше 0.5% с 2020 года разрешается применять лишь на судах, оборудованных скрубберами (системами очистки выхлопных газов). В России основным видом используемого топлива являются мазуты с содержанием серы 3.5%. Запрет использования высокосернистого топлива с 2020 года может привести в России к дефициту тяжелого топлива с содержанием серы 0.5% или существенному росту цен на такое топливо, что скажется на объемах его использования для международных бункеровок на территории РФ. Сокращение или изменение структуры потребления бункерного топлива будет способствовать снижению выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ на территории России.

Выбросы от международных воздушных перевозок

Расчетные значения выбросов CO_2 , CH_4 и N_2O от международных воздушных перевозок представлены на рис. 7 и 8 соответственно. Динамика выбросов обусловлена межгодовой изменчивостью потребления топлива в международном авиационном сообщении, причины которой обсуждались выше. Как видно из рис. 7 и 8, в целом за рассматриваемый период наблюдался восходящий тренд эмиссии парниковых газов. Уменьшение выбросов в 2009 и 2010 гг. обусловлено падением интенсивности авиационных перевозок в связи с кризисными явлениями в российской экономике. Спрос на пассажирские перевозки сократился вследствие снижения уровня жизни населения, а на грузовые – из-за спада производства в различных отраслях экономики (Гинзбург, 2009). С 2010 г. выбросы увеличивались вслед за ростом пассажирских авиаперевозок и достигли максимума в 2014 г. (10.9 млн тонн CO_2 -экв.). Спад в деятельности гражданской авиации в 2015, 2016 гг. из-за ухудшения экономических показателей привел к уменьшению выбросов парниковых газов в эти годы. Быстрое восстановление туристического спроса на поездки в Турцию после отмены запрета на чартерные полеты, а также проведение чемпионата мира по футболу в России, способствовали росту выбросов в 2017 и 2018 гг. В 2018 году эмиссия CO_2 составила 10.7 млн тонн, что выше уровня 1990 года в 2.2 раза (рис. 7). Тренды выбросов CH_4 и N_2O

повторяют тренд эмиссии CO₂. Величины эмиссии метана и оксида диазота в 2018 году составили 74.8 и 299.1 т соответственно (рис. 8).

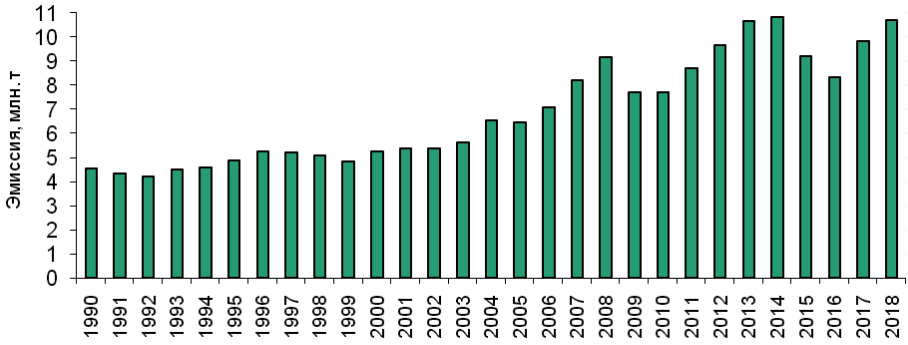


Рисунок 7. Динамика выбросов диоксида углерода от международных воздушных перевозок
Figure 7. Dynamics of carbon dioxide emission from international aviation

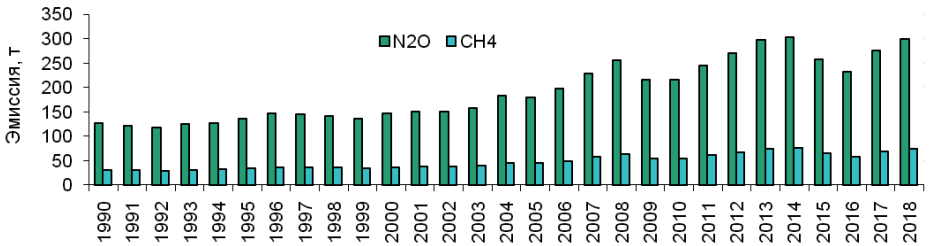


Рисунок 8. Динамика выбросов CH₄ и N₂O от международных воздушных перевозок
Figure 8. Dynamics of CH₄ and N₂O emissions from international aviation

По данным МЭА в 2017 году совокупные выбросы углекислого газа от международных воздушных перевозок составили 584.9 млн тонн. США занимали первое место в мире по объему выбросов CO₂ (12.7% от совокупного объема выбросов в мире), второе место оставалось за Китаем, включая Гонконг (8.4%), далее располагались Великобритания (5.8%), Германия (4.9%) и Сингапур (4.2%) (IEA, 2020). По нашим оценкам в 2017 году выбросы диоксида углерода от международных авиационных перевозок составили в России 9.8 млн тонн. Таким образом, доля нашей страны в глобальных выбросах CO₂ от международной авиации составила 1.7%.

Динамика выбросов парниковых газов от воздушного транспорта зависит от интенсивности авиационных перевозок пассажиров и грузов. Между показателями пассажирооборота, грузооборота в международном сообщении и выбросами парниковых газов от полётов за рубеж в целом наблюдается высокая корреляция. По нашим расчетам коэффициенты корреляции пассажирооборота и грузооборота в международном сообщении с величинами выбросов парниковых газов от авиaperезвозок за период с 1990 по 2018 год составляют 0.96 и 0.88, соответственно.

Современные тенденции экономического развития и международной торговли оказывают непосредственное влияние на интенсивность воздушного

движения. Рост пассажирских перевозок связан с ростом экономической активности, улучшением социальных условий жизни населения и сопутствующим ростом его подвижности, развитием индустрии туризма, увеличением доступности воздушного транспорта. Различного рода чрезвычайные события, как антропогенного (эпидемии, техногенные катастрофы, так и неантропогенного характера (различные природные явления), а также политические факторы (военные действия, санкции) способны оказывать негативное влияние на перевозки, однако гражданская авиация имеет тенденцию к быстрому восстановлению (Немчинов, Жуков, 2018). Основными драйверами, влияющими на интенсивность международных грузовых авиаперевозок являются мировая экономика и торговля. В отличие от пассажирских, грузовые авиаперевозки менее подвержены конъюнктурным колебаниям рынка, экономическим и политическим событиям (Сухушина, 2013).

Совокупные выбросы парниковых газов от международных перевозок воздушным и водным транспортом из России

Динамика эмиссии парниковых газов от международных перевозок воздушным и водным транспортом из России приведена на рис. 9. В целом на протяжении 1990-2007 гг. наблюдался незначительный рост выбросов. Спад в годы экономического кризиса в 2008-2009 гг. был преодолен в 2010 г. Эмиссия достигла максимума в 2014 г. (62.4 млн тонн CO₂-экв.). В 2015, 2016 гг. выбросы парниковых газов уменьшились, что обусловлено внешнеполитическими и внутриэкономическими факторами, о которых говорилось выше. В 2018 году совокупный выброс CO₂, CH₄ и N₂O составил 47.0 млн тонн CO₂-экв., что в 2.7 раза больше, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает CO₂, на долю которого в 2018 году приходилось 99.5 % совокупного выброса. Выбросы CH₄ и N₂O составили 0.1 % и 0.4 % соответственно.

Основные выбросы парниковых газов при использовании бункерного топлива связаны с водным транспортом. В 2018 году выбросы от международных перевозок водным транспортом составили около 77% совокупной эквивалентной эмиссии парниковых газов от бункерного топлива в России (рис. 9).

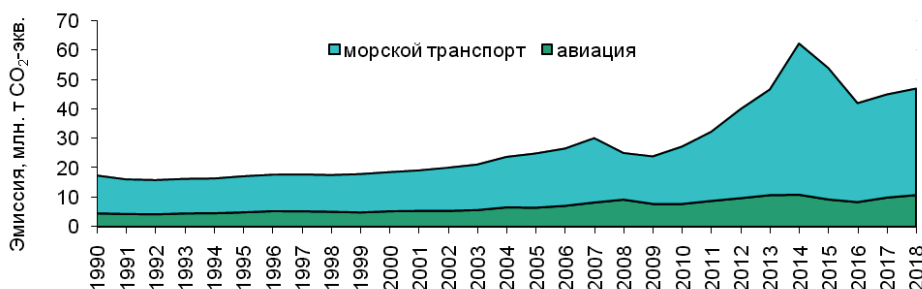


Рисунок 9. Динамика выбросов парниковых газов при международных перевозках из России водным и авиационным транспортом

Figure 9. Dynamic of greenhouse gas emissions from international aviation and navigation from the territory of Russia

По данным Национального доклада о кадастре совокупные антропогенные выбросы парниковых газов в России без учета землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства составили в 2018 году 2220.1 млн тонн CO_2 -экв. (НДК, 2020). Как показывают выполненные нами расчеты, в 2018 году выбросы CO_2 , CH_4 и N_2O от международных перевозок водным и воздушным транспортом составили 47 млн тонн CO_2 -экв., что эквивалентно 2% совокупных выбросов парниковых газов с территории России. Доля России в глобальной эмиссии диоксида углерода от международных морских и авиационных перевозок не превышает 3.5%.

Выводы

Анализ исторических трендов показывает, что изменения выбросов парниковых газов за рассматриваемый период при международных перевозках воздушным и водным транспортом имеют сходные тенденции. Авиационные выбросы парниковых газов зависят от интенсивности эксплуатации гражданских воздушных судов. Как показали выполненные расчеты, в целом за рассматриваемый период наблюдался рост эмиссии парниковых газов от международных перелётов. Сокращение выбросов в 2009-2010 гг. явилось следствием экономического кризиса 2008 года. Начиная с 2010 г. по 2014 г. выбросы росли вследствие увеличения пассажирских авиаперевозок. Уровень выбросов достиг максимума в 2014 г. и составил 10.9 млн тонн CO_2 -экв., что превышает уровень 1990 года в 2.4 раза. Спад в деятельности гражданской авиации в 2015, 2016 гг. из-за ухудшения экономических показателей (девальвация рубля, снижение реальных доходов населения), а также геополитической ситуации (запрет на перелеты в Турцию и Египет), привели к уменьшению выбросов парниковых газов в эти годы. Быстрое восстановление туристического спроса на поездки в Турцию после отмены запрета на чартерные полеты в сентябре 2016 г., а также проведение чемпионата мира по футболу в России в 2018 г. способствовали росту выбросов парниковых газов от международных полётов в 2017 и 2018 гг. В 2018 году совокупная эмиссия CO_2 , CH_4 , N_2O составила 10.8 млн тонн CO_2 -экв., что выше уровня 1990 года в 2.2 раза.

Динамика выбросов парниковых газов от международных перевозок водным транспортом связана с интенсивностью движения судов, а также количеством транзитных перевозок. В целом за период 1990-2018 гг. наблюдался восходящий тренд эмиссии парниковых газов. В 2008-2009 гг. произошло сокращение выбросов вследствие экономического кризиса. С 2010 по 2014 г. эмиссия парниковых газов увеличивалась вслед за увеличением количества судозаходов и объемов транзитных перевозок. Уменьшение потребления топлива из-за оттока транзитных бункеровок в 2015-2016 гг. способствовало снижению выбросов в эти годы. В 2018 г. эмиссия CO_2 , CH_4 , N_2O при международных перевозках водным транспортом составила 36.2 млн тонн CO_2 -экв., что выше уровня 1990 года в 2.8 раза.

В 2018 году совокупный выброс CO_2 , CH_4 и N_2O от международных перевозок из России водным и воздушным транспортом составил 47.0 млн тонн

CO₂-экв., что в 2.7 раза больше, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает диоксид углерода, на долю которого приходилось 99.5% совокупного выброса. Выбросы метана и закиси азота составили 0.1% и 0.4% соответственно. Наибольший вклад в выбросы парниковых газов вносит водный транспорт (в 2018 году около 77%). По данным МЭА в 2017 году глобальная эмиссия диоксида углерода от использования авиационного и морского бункерного топлива составила 1282 млн тонн. Таким образом, по нашим оценкам доля России в совокупной эмиссии CO₂ от международных морских и авиационных перевозок не превышает 3.5%.

Основными факторами, влияющими на динамику выбросов CO₂, CH₄ и N₂O от водного и воздушного транспорта, являются общие тенденции экономического развития и международной торговли. Мировой экономический рост, а также потребности международной торговли, способствуют постоянному увеличению объемов межконтинентальных и региональных морских и авиационных перевозок. По нашим оценкам в ближайшие годы ожидается сокращение выбросов парниковых газов от международного морского и воздушного транспорта в России в связи с запретом ИМО на использование высокосернистого топлива, а также ограничением международных морских и авиационных перевозок на фоне распространения коронавируса в мире в 2020 г.

Список литературы

Гинзбург Е.С. 2009. Совершенствование пространственной организации авиационного транспорта России. – Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Калининград, Рос. гос. ун-т им. И. Канта, 19 с.

Грабар В.А., Дмитриева Т.М., Гитарский М.Л. 2009. К оценке атмосферной эмиссии диоксида углерода от международных авиаперевозок из России. – Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. XXII, с. 207-215.

Грабар В.А., Гитарский М.Л., Дмитриева Т.М., Глуховская Е.П., Хорькова Н.И., Киричков С.В. 2011. Оценка эмиссии парниковых газов от гражданской авиации в России. – Метеорология и гидрология, № 1, с. 30-38.

Грабар В.А., Гитарский М.Л., Говор И.Л., Чернов В.В. 2015. Эмиссия парниковых газов при международном сообщении водным транспортом. – Экология и промышленность России, № 11, с. 28-31.

Дмитриева Т.М., Грабар В.А. 2017. Авиационные выбросы российской гражданской авиации при выполнении внутренних рейсов в 2000-2012 гг. и интегральная оценка их воздействия на климатическую систему. – Метеорология и гидрология, № 8, с. 76-84.

ИАА «ПортНьюс» 2018. Анализ потребления топлива водным транспортом в Российской Федерации в 2017-2018 гг. – Санкт-Петербург, 31 с.

Кароль И.Л. 2000. Влияние полетов транспортной авиации мира на озоносферу и климат. – Метеорология и гидрология, №7, с. 17-32.

НДК 2020. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2018 гг. в 2 томах. – Москва.

Немчинов О.А., Жуков О.М. 2018. Авиатранспортный маркетинг: экономическая эффективность эксплуатационной деятельности авиакомпании. Учебное пособие. – Самара, Изд-во Самарского ун-та, 114 с.

Сухушина Т.Н. 2013. Воздушные перевозки грузов. – Алматы, Академия гражданской авиации, 325 с.

Холопов К.В., Соколова О.В. 2015. Бункерный рынок и бункерные операции как фактор обеспечения международного морского судоходства. – Российский внешнеэкономический вестник, № 7, с. 98-114.

Чижков Ю.В. 2015. Международные транспортные коридоры – коммуникационный каркас экономики. – Транспорт Российской Федерации, № 5 (60), с. 9-15.

ATAG 2020. The Air Transport Action Group, Facts and Figures. – Available at: <https://www.atag.org/facts-figures.html> (accessed 10 March 2020).

IEA 2020. CO₂ Emissions from Fuel Combustion. – Available at: <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/co2-emissions-statistics> (accessed 15 March 2020).

IMO 2014. Third IMO GHG Study 2014. London, UK: International Maritime Organization. 2015. 327 p.

ICAO 2019. ICAO global environmental trends – Present and future aircraft noise and emissions (A40-WP/54). – Available at: https://www.icao.int/Meetings/A40/Documents/WP/wp_054_en.pdf (accessed 10 March 2020).

IPCC 1999. Aviation and the Global Atmosphere. Special Report. J.E. Penner, D.H. Lister, D.J. Griggs, D.J. Dokken, M. Mc Farland (Eds.) Cambridge University Press, UK, 373 p.

IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.). Japan: IGES.

Статья поступила в редакцию: 12.10.2020 г.

После переработки: 27.10.2020 г.

ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM INTERNATIONAL AVIATION AND NAVIGATION FROM THE TERRITORY OF RUSSIA

V.A. Grabar

Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology,
20 B, Glebovskaya str., 107258, Moscow, Russian Federation;
correspondence address: v774007@yandex.ru

Abstract. The current intensive development of shipping and aviation is accompanied by an increase in anthropogenic impact on the environment and climate. According to the International Civil Aviation Organization and the International Maritime Organization (IMO) assessments, greenhouse gas emissions from international air and sea traffic are expected to increase by 2-3 times by 2050. Carbon dioxide, methane and nitrous oxide emissions from international aviation and navigation from the territory of Russia for the period of 1990-2018 were estimated, the dynamics and the main drivers of emissions changes are analyzed, international comparisons are provided. The calculation was made in accordance with the methodology of the Intergovernmental Panel on Climate Change based on the data from the Federal Air Transport Agency and IAA «Port News». Analysis of historical trends shows that greenhouse gas emissions dynamics during the reporting period for international sea and air shipping is almost the same. In 2018, the total emission of CO₂, CH₄ and N₂O from international transport from the territory of Russia amounted to 47.0 million tons of CO₂-equivalent, which is 2.7 times higher than in 1990. Carbon dioxide dominates in the component composition of the emissions, its share in the total emission amounted to 99.5%. Contributions of methane and nitrous oxide emissions were 0.1% and 0.4%, respectively. Shipping makes a major contribution to emissions. Russia's share of worldwide carbon dioxide emission from international water and aviation transport does not exceed 3.5%. Emissions from aviation and shipping have been largely driven by economy and international trade. Greenhouse gases emissions from international aviation and maritime transport are expected to decrease in the coming years related to IMO's ban on high-sulfur fuel use and reduction of international air and sea traffic in the light of the spread of the coronavirus in 2020.

Keywords. Greenhouse gases, emission, shipping, air transport, bunker fuel, calculation, international comparison, drivers.

References

Ginzburg Ye.S. 2009. *Sovershenstvovaniye prostranstvennoy organizatsii aviatsionnogo transporta Rossii* [Improvement of the spatial organization of air transport in Russia]. Extended abstract of candidate's thesis. Kaliningrad, 19 p.

Grabar V.A., Dmitriyeva T.M., Gitarskiy M.L. 2009. K otsenke atmosferyonnoy emissii dioksida ugleroda ot mezhdunarodnykh aviaperevozok iz Rossii [Assessment of atmospheric carbon dioxide emissions from international air

transport from Russia]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem – Problems of Ecological Monitoring and Ecosystem Modelling*, vol. XXII, pp.207-215.

Grabar V.A., Ginarskiy M.L., Dmitriyeva T.M., Glukhovskaya Ye.P., Khor'kova N.I., Kirichkov S.V.2011. Otsenka emissii parnikovyykh gazov ot grazhdanskoj aviatsii v Rossii [Assessment of greenhouse gases emission from civil aviation in Russia]. *Meteorologiya i gidrologiya – Meteorology and Hydrology*, vol. 1, pp. 30-38.

Grabar V.A., Ginarskiy M.L., Govor I.L., Chernov V.V. 2015. Emissiya parnikovyykh gazov pri mezhdunarodnom soobshchenii vodnym transportom [Greenhouse gases emission from international water-borne navigation]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii – Ecology and Industry of Russia*, vol. 11, pp. 28-31.

Dmitriyeva T.M., Grabar V.A. 2017. Aviatsionnyye vybrosy rossiyskoj grazhdanskoj aviatsii pri vypolnenii vnutrennikh reysov v 2000-2012 gg. i integral'naya otsenka ikh vozdeystviya na klimaticheskuyu sistemu [Aircraft emissions from russian civil aviation during domestic flights in 2000-2012 and an integrated assessment of their impact on the climate system]. *Meteorologiya i gidrologiya – Meteorology and Hydrology*, vol. 8, pp. 76-84.

IAA «PortN'yus» 2018. *Analiz potrebleniya topliva vodnym transportom v Rossiyskoj Federatsii v 2017-2018 gg.* [Analysis of fuel consumption by water transport in the Russian Federation in 2017-2018]. St. Petersburg, 31 p.

Karol' I.L. 2000. Vliyaniye poletov transportnoy aviatsii mira na ozonosferu i klimat [The impact of world's transport aircraft flights on the ozonosphere and climate]. *Meteorologiya i gidrologiya – Meteorology and Hydrology*, vol. 7, pp. 17-32.

NDK 2020. *Natsional'nyy doklad o kadastre antropogennykh vybrosov iz istochnikov i absorptsii poglotitelyami parnikovyykh gazov ne reguliruyemykh Monreal'skim protokolom za 1990 – 2018 gg. v 2 tomakh* [The National Report of the Russian Federation on the inventory of the anthropogenic emissions and sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol for the years 1990-2018 in 2 volumes]. Moscow.

Nemchinov O.A., Zhukov O.M. 2018. *Aviatransportnyj marketing: ekonomicheskaya effektivnost' ekspluatatsionnoj deyatel'nosti aviakompanii.* [Air transport marketing: economic efficiency of operational activities of air companies]. Publishing house of Samara University. Samara, 114 p.

Sukhushina T.N. 2013. *Vozdushnyye perevozki gruzov.* [Carriage of goods by air]. Almaty, Akademiya grazhdanskoj aviatsii, 325 p.

Kholopov K.V., Sokolova O.V. 2015. Bunkernyy rynek i bunkernyye operatsii kak faktor obespecheniya mezhdunarodnogo morskogo sudokhodstva [Bunker market and bunker operations as factor of ensuring the international sea navigation]. *Rossiyskiy vneshneekonomicheskiy vestnik – Russian Foreign Economic Journal*, vol. 7, pp. 98-114.

Chizhkov YU.V. 2015. Mezhdunarodnyye transportnyye koridory – kommunikatsionnyy karkas ekonomiki [International Transport Corridors as a communication frame of economy]. *Transport Rossiyskoy Federatsii – Transport of the Russian Federation*, vol. 5 (60), pp. 9–15.

ATAG 2020. The Air Transport Action Group, Facts and Figures. – Available at: <https://www.atag.org/facts-figures.html> (accessed 10 March 2020).

IEA 2020. CO₂ Emissions from Fuel Combustion. – Available at: <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/co2-emissions-statistics> (accessed 15 March 2020).

IMO 2014. Third IMO GHG Study 2014. London, UK: International Maritime Organization. 2015. 327 p.

ICAO 2019. ICAO global environmental trends – Present and future aircraft noise and emissions (A40-WP/54). – Available at: https://www.icao.int/Meetings/A40/Documents/WP/wp_054_en.pdf (accessed 10 March 2020).

IPCC 1999. Aviation and the Global Atmosphere. Special Report. J.E. Penner, D.H. Lister, D.J. Griggs, D.J. Dokken, M. McFarland (Eds.) Cambridge University Press, UK, 373 p.

IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.). Japan: IGES.