

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Комплексный экономико-социально-экологический анализ

ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО АВИАСТРОЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА*

Владислав Валерьевич КЛОЧКОВ^a,

Светлана Валерьевна РАТНЕР^b,

Екатерина Витальевна ВАРЮХИНА^{c*}

^a доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономической динамики и управления инновациями, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН), Москва, Российская Федерация; заместитель генерального директора, НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского», Жуковский, Российская Федерация
vlad_klochkov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4149-7562>
SPIN-код: 8923-3087

^b доктор экономических наук, главный научный сотрудник лаборатории экономической динамики и управления инновациями, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН), Москва, Российская Федерация
lanaratner@ipu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3485-5595>
SPIN-код: 7840-4282

^c кандидат технических наук, старший научный сотрудник, НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского», Жуковский, Российская Федерация
e.varyukhina@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5156-316X>
SPIN-код: 7931-7947

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 595/2021
Получена 28.10.2021
Получена в доработанном виде 06.11.2021
Одобрена 16.11.2021
Доступна онлайн 27.12.2021

УДК 351.777.6

JEL: O18, O32, Q38

Аннотация

Предмет. Основной экономической дилеммой, которую должна разрешить новая климатическая политика России является, с одной стороны, сохранение конкурентоспособности российского топливно-энергетического комплекса и других высокоуглеродных отраслей экономики, с другой стороны, улучшение позиционирования страны на международной арене как климатически ответственной (вносящей значимый вклад в предотвращение климатических изменений) для вывода российской продукции на новые международные рынки и сохранения доли на уже завоеванных. Одной из обсуждаемых мер новой климатической политики стран Европейского союза является введение какого-либо вида пигувианского налога на выбросы парниковых газов. Углеродный налог приведет к увеличению издержек не только компаний топливно-энергетического комплекса (за исключением безуглеродной

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 20-010-00589 «Разработка методологии и инструментария оценки эффективности вариантов государственной поддержки инновационных транспортных технологий в контексте новой климатической политики России».

энергетики), но и транспортных компаний, в частности, авиакомпаний. Как следствие, такие меры несут риски снижения конкурентоспособности традиционных сегментов российской экономики, падения инвестиций, замедления темпов экономического роста и сокращения бюджетных доходов. В то же время плата за выбросы будет создавать стимулы для инвестиций в «чистое» производство (включая альтернативную энергетику) и устойчивое развитие. Таким образом, создается экономическая развилка, а выбор оптимального баланса между поддержкой конкурирующих путей технологического развития представляет собой сложную научно-практическую проблему.

Цели. В настоящей работе ставится задача разработки методов установления целевого уровня эмиссии CO₂ российскими самолетами на основе национальных интересов России (как экономических, так и экологических), а не внешних требований, диктуемых странами-конкурентами.

Методология. Целевой уровень эмиссии определялся на основе классического подхода определения экономически оптимального уровня загрязнения точки пересечения кривых предельного ущерба от загрязнения и предельных затрат на устранение загрязнения. Оценка предельных затрат на снижение эмиссии CO₂ проводилась на основе кривых обучения в сфере научных исследований и разработок, направленных на сокращение эмиссии.

Результаты. Разработан метод установления целевого уровня эмиссии CO₂ российскими самолетами на основе национальных интересов России (экономических и экологических), а не внешних требований, диктуемых странами-конкурентами.

Ключевые слова:

климатическая политика, авиастроение, выбросы парниковых газов, оптимальный уровень выбросов

Выводы. Согласно проведенным расчетам на основе реалистичных оценок стоимости постоянных затрат на снижение эмиссии углекислого газа максимизация полезности для государства происходит при целевом значении снижения эмиссии CO₂ на 10% (для данного метода оценки ущерба для государства и при данных реалистичных оценках стоимости постоянных затрат на снижение эмиссии углекислого газа).

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2021

Для цитирования: Клочков В.В., Ратнер С.В., Варюхина Е.В. Целеполагание технологического развития российского авиастроения в области противодействия изменениям климата // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2021. – Т. 20, № 12. – С. 2233 – 2247. <https://doi.org/10.24891/ea.20.12.2233>

Введение

Растущий год от года пассажирооборот на авиатранспорте (с поправкой на падение из-за COVID-19) приводит к росту влияния на окружающую среду. На сегодняшний день одной из глобальных проблем, стоящих перед авиационным сообществом, является снижение воздействия на окружающую среду [1].

Влияние авиационной деятельности на окружающую среду разнообразно, оно может проявляться в виде шума на местности, эмиссии таких веществ, как CO₂, NO_x, SO_x, HC и CO, сажа, водяной пар. Эмиссия ряда веществ приводит к изменениям климата, таким как изменение температуры воздуха, изменение уровня моря, толщины снежного покрова, ураганам, засухам и т.д. Изменения климата в

свою очередь влияют на сельское и лесное хозяйство, биоразнообразие, энергетический сектор, здоровье и продолжительность жизни населения, что в свою очередь влияет на благополучие всего общества. Схема воздействия авиационной деятельности на изменение климата и благополучие общества представлена на рис. 1.

Особенно часто в авиационном сообществе упоминается вопрос глобального потепления из-за избыточной эмиссии парниковых газов. Хотя эмиссия углекислого газа по причинам природных факторов значительно превышает эмиссию по причинам антропогенного (человеческого) фактора [2], она компенсируется естественными процессами, антропогенные же факторы на сегодняшний день не компенсируются ничем. Причем, несмотря на то, что выбросы углекислого газа от авиационной деятельности составляют около 2% в год от всех антропогенных выбросов углекислого газа, именно эмиссия от авиационной деятельности растет большими темпами, они составляют 32% от всего прироста за последние годы. Год от года углекислый газ накапливается в атмосфере, что приводит к ряду опасных явлений.

Однако снижение эмиссии углекислого газа требует значительных затрат и к тому же входит в противоречие с такими целями, как повышение доступности и безопасности перевозок. Кроме того, далеко не всегда Россия при нынешних возможностях может выполнить все более ужесточающиеся международные требования. К тому же попытка удовлетворить требованиям не оправдана даже стратегическими задачами наращивания экспортного потенциала российской авиационной техники. На сегодняшний день снижать эмиссию для выигрыша на международных рынках необоснованно, потому что международное сообщество руководствуется во многом не столько заботой об окружающей среде, сколько конкурентными мотивами завоевать большую долю рынка. Например, одним из основных способов снижения эмиссии международное сообщество, представляющее интересы в первую очередь стран с развитой авиацией, видит смену традиционного авиационного топлива на альтернативное, так называемое устойчивое авиационное топливо (Sustainable aviation fuel, SAF)¹.

Сегодня международное сообщество работает над механизмами стимулирования использования данного топлива [3]. Принадлежность к топливу устойчивого развития определяется следующими условиями:

- общее по всему жизненному циклу снижение эмиссии углекислого газа;
- использование земель, не используемых для выращивания продуктов питания или сохранение лесных массивов.

¹ IATA. What is SAF? URL: <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/saf-what-is-saf.pdf>

Однако данные условия сформулированы таким образом, что принятие решений об удовлетворении или не удовлетворении им может быть использовано в конкурентных целях, а не в целях реального снижения влияния на окружающую среду. Таким образом, можно вложить значительные средства в разработку топлива, которое будет превосходить по всем параметрам сертифицированное уже топливо SAF, однако по конкурентным причинам не удастся его сертифицировать.

Следовательно, важно объективно оценивать приемлемый уровень эмиссии CO₂ и разрабатывать пути достижения его исходя из национальных интересов. На уровне государства данная проблема особенно актуальна в том числе из-за появления такого рыночного механизма регулирования, как CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation)², который предполагает денежные выплаты авиакомпаний, связанные с объемом и темпом увеличения эмиссии углекислого газа, что принесет большие затраты для авиационной отрасли, особенно для стран, авиационная отрасль которых еще не зрелая и будет развиваться.

Существуют различные подходы к установлению целевого уровня эмиссии CO₂. Например, целью Парижского соглашения является сохранение среднего превышения температуры атмосферы в пределах двух градусов Цельсия относительно средней температуры в доиндустриальную эпоху³. В рамках достижения этой цели значительная часть авиационного сообщества считает, что необходимо остановить рост эмиссии от авиационной деятельности и поддерживать его на уровне 2019 г., даже несмотря на прогнозируемый рост перевозок. Более радикально настроенные специалисты считают, что даже такого уровня уже недостаточно, потому что излишний накопленный углекислый газ в атмосфере привел к повышению концентрации углекислого газа в атмосфере, и при сохранении данного уровня концентрации изменения в климате будут продолжаться. Следовательно, необходимо снижать эмиссию более радикально, до нуля.

Важно еще учитывать межсекторальное взаимодействие, то есть снижать общий уровень эмиссии по многим отраслям (секторам) экономики, возможно, где-то увеличивая для того, чтобы в другом, взаимодействующем секторе, уменьшить. Например, если не ограничиваться целью снижения эмиссии в авиационной деятельности, то можно снизить эмиссию углекислого газа в мире за счет того, что будет налажена система лесосохраны с помощью беспилотных и пилотируемых аппаратов, позволяющих оперативно искать источники возгорания и ликвидировать их. Таким образом, при правильно организованной системе лесосохраны и пожаротушения именно в авиационной деятельности эмиссия углекислого газа

² Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA). URL: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>

³ Paris Agreement. URL: https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf

может увеличиться, однако за счет предотвращения больших пожаров потенциальная эмиссия углекислого газа будет предотвращена. Тем не менее на уровне международного авиационного сообщества не утихают дискуссии на тему, будет ли учитываться такое снижение эмиссии, охватывающее различные сектора.

В работе [4] утверждается, что целью снижения воздействия на окружающую среду для государства в первую очередь является не забота об окружающей среде, а защита здоровья населения и повышение его благосостояния.

В работе [5] показано, что так как при увеличении средней температуры атмосферы смертность увеличивается с большей скоростью, то обществу стоит выбирать целевые значения эмиссии и путь достижения цели с учетом этого. Согласно выбранным в приведенной работе моделям, оптимальная климатическая политика предполагает очень резкое сокращение выбросов до нуля к 2050 г., что позволит сохранить изменение температуры в пределах 2,4 градуса к 2100 г.

Национальный исследовательский совет США рекомендует не сосредоточиваться на определении численных значений целей защиты окружающей среды и сроков их достижения⁴. Важнее задавать метрики, темп и направление изменений. Конечные точки же необходимы для мобилизации политической воли при принятии мер. Далее важно заниматься мониторингом экологических параметров для оценки и коррекции выбранных целей. В данном источнике также приводится анализ инструментов для оценки и прогнозирования влияния вмешательств регуляторов на окружающую среду и здоровье людей: метод количественной оценки рисков, метод сравнительной количественной оценки рисков, анализ затрат и выгод.

В главе «Определение целей в части парниковых газов» Корпоративного стандарта протокола парниковых газов⁵ описаны побудительные мотивы к установке целей в части парниковых газов:

- снижение рисков, связанных с парниковыми газами;
- стимулирование инноваций, возможная экономия затрат, возможное расширение рынков;
- подготовка к будущим законодательным ограничениям;
- завоевание лидерства;
- признание обществом социально значимой деятельности.

⁴ Linking Science and Technology to Society's Environmental Goals. Washington, DC: The National Academies Press, 1996. URL: <https://doi.org/10.17226/5409>

⁵ A Corporate Accounting and Reporting Standard. URL: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

Цели могут быть как абсолютными, так и относительными. Важно осознавать все достоинства и недостатки, выбирая, какую цель ставить.

Оценим, какого уровня экологических параметров надо достичь, чтобы максимизировать полезность государства в части защиты окружающей среды от авиационной деятельности. Необходим метод оценки целевых показателей в части защиты окружающей среды, основанный не на внешних для страны требованиях, а на ее собственных национальных интересах, в которые защита окружающей среды, безусловно, входит.

Подход к целеполаганию технологического развития российского авиастроения в области защиты окружающей среды с учетом национальных интересов

До определенного уровня эмиссии польза от «единичного» снижения эмиссии (предельная польза) превышает затраты на «единичное» снижение эмиссии для государства. При достижении этого уровня предельная польза от «единичного» снижения эмиссии становится равна предельным затратам на «единичное» снижение эмиссии. Далее предельная польза становится меньше предельных затрат и пропадает смысл сокращать эмиссию при данных значениях.

Таким образом, условием максимизации полезности в части влияния авиационной деятельности на окружающую среду является равенство предельных затрат на снижение влияния на окружающую среду и предельной полезности государству.

Например, полезность государства в части снижения эмиссии CO_2 максимизирована при такой целевой эмиссии CO_2 , когда предельные издержки на снижение эмиссии CO_2 до целевого уровня ΔMC_{CO_2} равны предельной полезности государству из-за снижения эмиссии CO_2 ΔMR_{CO_2} (которая в свою очередь равна предельным издержкам государства при недостижении этого уровня), то есть:

$$\Delta MC_{\text{CO}_2} = \Delta MR_{\text{CO}_2}.$$

Оценка предельных затрат на снижение эмиссии CO_2 и кривые обучения в сфере исследований и разработок в целях сокращения эмиссии

Для оценки издержек на снижение эмиссии нужно оценить постоянные затраты, которые необходимо понести. Рассмотрим реалистичную функцию постоянных затрат на снижение эмиссии CO_2 для различных целевых значений снижения эмиссии для разных взлетных масс (рис. 2).

Данная функция отражает по порядку величин реальные оценки, полученные путем анализа статистики зарубежных организаций. Причем ее можно трактовать как кривую обучения в сфере исследований и разработок [6, 7], направленных на сокращение эмиссии CO_2 : при достижении отмеченного по оси ординат уровня накопленных вложений в исследования и разработки, направленные на сокращение

эмиссии, она сократится на величину, отмеченную по оси абсцисс. Эти кривые различаются для разных классов воздушных судов в зависимости от «трудности» снижения эмиссии для этих классов.

Чтобы оценить, какую сумму надо потратить для снижения эмиссии всего парка гражданской авиации на определенное количество процентов, надо суммировать стоимость исследований по снижению эмиссии углекислого газа для воздушных судов (ВС) всех взлетных масс, которые эксплуатируются в парке. Таким образом, для снижения эмиссии всего парка на 20% (если оно реализуется равномерно по всем классам ВС) потребуются постоянные затраты в размере около 50–60 млрд долл., для снижения эмиссии всего парка на 10% потребуются постоянные затраты в размере около 10–11 млрд долл. В принципе различие затрат, потребных для снижения на заданную величину эмиссии для разных классов воздушных судов, делает актуальной и постановку задачи оптимизации дифференцированной по классам стратегии сокращения эмиссии.

В данном случае такие кривые обучения используются именно как исходные данные для принятия управленческих решений, в том числе и нетривиальных. Построение этих зависимостей практикуется на основе статистических наблюдений, исторического опыта, но для принципиально новых технологий такой подход может оказаться неприменимым и придется строить прогнозные кривые затрат на исследования и разработки, например, методами прямого счета – на основе планов конкретных разработок, или методом аналогий.

Оценка предельной полезности снижения эмиссии CO₂ для государства

Предельная полезность для государства в части снижения эмиссии CO₂ равна предельному вреду от неснижения эмиссии CO₂ и может учитывать:

- снижение ВВП из-за неуменьшения эмиссии (например, из-за преждевременной смертности граждан или проблем с урожаем);
- компенсационные выплаты, которые государство вынуждено платить из-за несоответствия фактических выбросов установленным выбросам.

Важно выбрать методику, по которой будет проводиться оценка ущерба для государства от неснижения эмиссии CO₂. Из условия равенства предельного ущерба для государства и предельных затрат на снижение эмиссии можно определить целевое значение снижения углекислого газа.

В работе [8] был проведен анализ методов расчета экономического ущерба от загрязнения окружающей среды. В РФ для оценки экономического ущерба от загрязнения окружающей среды используют методы прямого счета, математического моделирования (корреляционный и регрессионный анализ) и

комбинированные методы⁶. В мировой практике, начиная с 1990-х гг., стандартным и широко применяемым критерием оценки последствий от реализации того или иного проекта на экосистему является, так называемый, параметр суммарной экономической ценности TEV (Total Economic Value). Основное инновационное преимущество TEV состоит в том, что он дает возможность выйти за рамки традиционной стоимостной оценки и позволяет установить полную значимость конкретного инновационного проекта. Параметр TEV включает из четыре основные части:

- прямая ценность – сырье и материалы, которые используются непосредственно для производства и потребления, дают энергию, продукты питания, водоснабжение и транспорт;
- косвенная ценность – экологические функции, которые поддерживают и защищают естественную среду обитания человека. Поддерживают качество воды и воздуха, защищают от природных катаклизмов (наводнения, пожары и т.п.);
- будущая ценность – бонус, который можно получить от применения в будущем. Некоторые из этих возможностей в настоящее время могут быть лишь на бумаге, но обещают реальную экономическую выгоду в будущем;
- действительная ценность – внутренняя ценность экосистемы и ее составных частей, независимо от текущих и будущих возможностей. Отметим, что первые три составляющие связаны с конкретной оценкой эффективности эко-инновации, в то время как последняя больше связана с культурно-историческим наследием.

Оценить избыточную смертность из-за изменения климата сложно, и оценки будут очень приблизительными. Так, по оценке Всемирной организации здравоохранения⁷ в 2000 г. произошло около 150 тысяч избыточных смертей и 5,5 млн лет инвалидности, вызванных изменением климата (данные оценки учитывают смерти и инвалидность непосредственно по причине экстремальных погодных условий и не учитывают опосредованный эффект от изменения климата). Всемирная организация здравоохранения предполагает, что в период с 2030 по 2050 г. будет происходить 250 тыс. избыточных смертей в год в мире⁸.

В работе [9] приведено исследование, которое показало, что в 2000–2019 гг. избыточная смертность из-за изменения климата составила 5 млн чел. во всем мире. При этом в Азии избыточная смертность составила 2,6 млн чел. Согласно оценкам ученых Лондонской школы экономики и политических наук⁹, в Китае

⁶ Анисимов А.В., Анощенко Т.Ю., Савон Д.Ю. Экологический менеджмент. М.: КноРус, 2019. 352 с.

⁷ Comparative Quantification of Health Risks Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors. Ed. by M. Ezzati, A.D. Lopez, A. Rodgers, C.J.L. Murray. World Health Organization. Geneva, 2004. URL: <https://www.who.int/publications/cra/chapters/volume2/1543-1650.pdf?ua=1>

⁸ Climate Change and Health. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

⁹ Economic co-benefits of reducing CO₂ emissions outweigh the cost of mitigation for most big emitters. URL: <https://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/news/economic-co-benefits-of-reducing-co2-emissions-outweigh-the->

экономический ущерб от 1,23 млн смертей, связанных с загрязнением воздуха, в 2010 г. составил 9,7–13,2% ВВП Китая. В США 103 027 избыточных смертей, связанных с загрязнением воздуха, эквивалентны 3,2–4,6% ВВП США. В Великобритании 23 036 смертей, связанных с загрязнением воздуха, соответствуют 4,6–7,1% ВВП.

Таким образом, в среднем экономический ущерб от смертей, связанных с загрязнением воздуха, составляет 4–13% от ВВП, а он составил в мире в 2010 г. 66 000 млрд долл. При этом авиация ответственна за 2% выбросов CO₂. Следовательно, ущерб от эмиссии углекислого газа за счет авиации, составляет около 50–150 млрд долл. Снижение на 10% данной величины принесет пользу в 5–15 млрд долл., на 20% – 10–30 млрд долл.

В упрощенном виде равновесие между предельными затратами на снижение эмиссии углекислого газа и предельной пользой, которую данное снижение принесет, представлено на *рис. 3*.

Заключение

Таким образом, максимизация полезности для государства происходит при целевом значении снижения эмиссии CO₂ на 10% (для данного метода оценки ущерба для государства и при данных реалистичных оценках стоимости постоянных затрат на снижение эмиссии углекислого газа).

Так как ущерб от неснижения эмиссии углекислого газа зависит от количества людей, подверженных влиянию эмиссии, то точка максимизации будет лежать левее для стран с меньшим населением, например, для России по сравнению с США и Евросоюзом, то есть странам с бóльшим населением важно снизить эмиссию в большей степени.

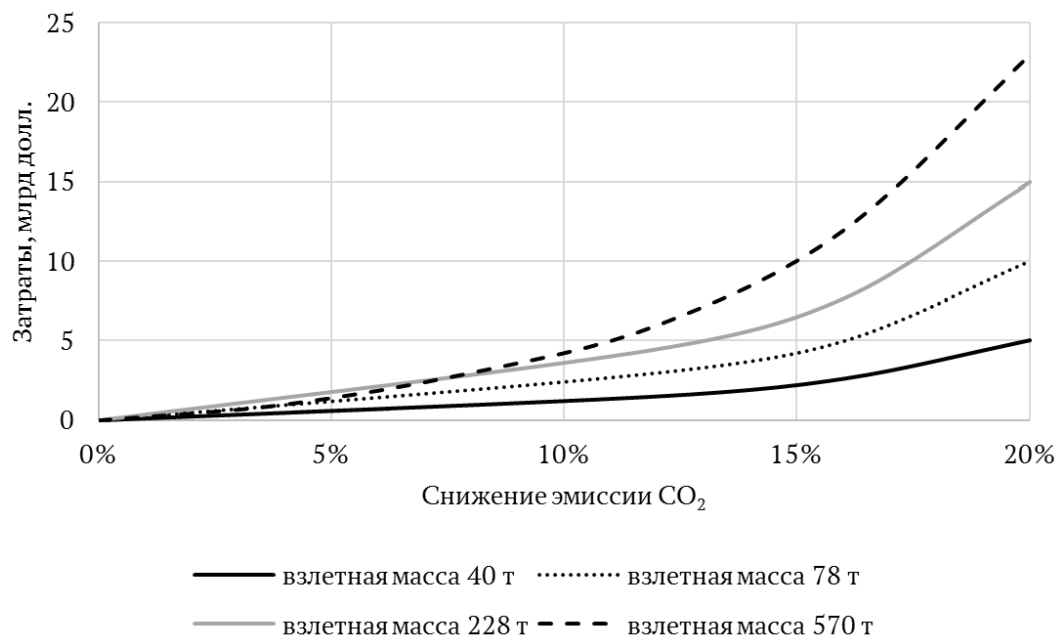
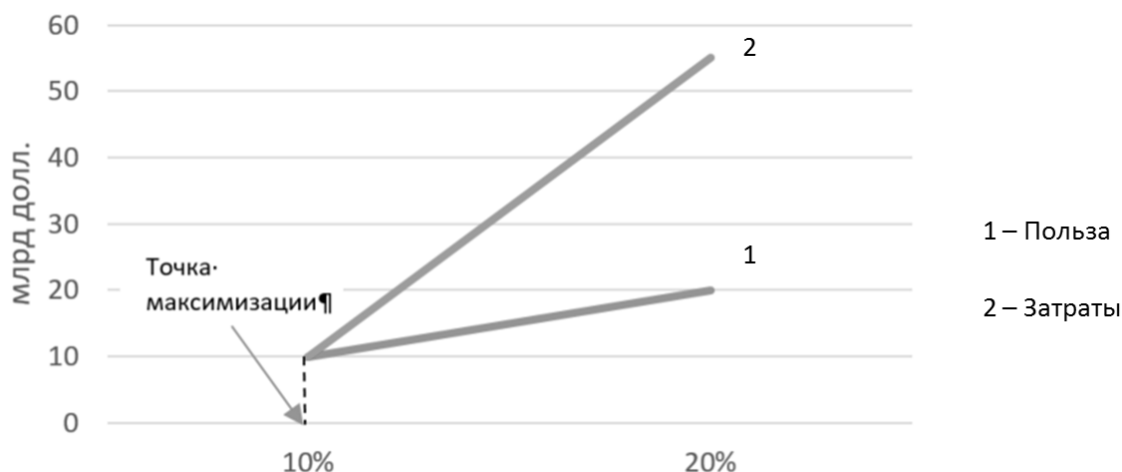
Рисунок 1**Воздействие авиационной деятельности на изменение климата и благополучие общества****Figure 1****The impact of aviation activities on climate change and community well-being***Источник:* авторская разработка*Source:* Authoring**Рисунок 2****Постоянные затраты на снижение эмиссии для различных взлетных масс и различных целевых уровней CO₂****Figure 2****Fixed costs of emission reduction for different takeoff masses and different CO₂ targets***Источник:* авторская разработка*Source:* Authoring

Рисунок 3**Зависимости выгоды от снижения эмиссии углекислого газа и затрат на это снижение****Figure 3****Dependencies between the benefits and costs of reducing the carbon dioxide emissions**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Клочков В.В., Ратнер С.В., Рождественская С.М. Сценарное прогнозирование выбора типа энергоносителей в гражданской авиации // *Экономический анализ: теория и практика*. 2020. Т. 19. Вып. 12. С. 2276–2300.
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.19.12.2276>
2. Пегов С.А. Антропогенное воздействие на биосферу // *Труды Института системного анализа РАН*. 2009. Т. 42. С. 5–32.
URL: <http://www.isa.ru/proceedings/images/documents/2009-42/5-32.pdf>
3. Ratner S., Chepurko Yu., Nguen Hoang Hien. Prospects of Transition of Air Transportation to Clean Fuels: Economic and Environmental Management Aspects. *International Energy Journal*, 2019, vol. 19, iss. 3, pp. 125–138.
URL: <http://www.ericjournal.ait.ac.th/index.php/eric/article/view/2084>
4. Campbell-Mohn C., Breen B., Futrell J.W. *Environmental Law: From Resources to Recovery*. West Publishing, 1993, 994 p.
5. Bressler R.D. The Mortality Cost of Carbon. *Nature Communications*, 2021, vol. 12, no. 4467. URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24487-w>
6. McDonald A., Schrattenholzer L. Learning Rates for Energy Technologies. *Energy Policy*, 2001, vol. 29, iss. 4, pp. 255–261.
URL: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00122-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00122-1)

7. Miketa A., Schrattenholzer L. Experiments with a Methodology to Model the Role of R&D Expenditures in Energy Technology Learning Processes: First Results. *Energy Policy*, 2004, vol. 32, iss. 15, pp. 1679–1692.
URL: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00159-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00159-9)
8. Брутян М.М. Экологический налог и его роль в инновационном развитии гражданской авиации // *Экономический анализ: теория и практика*. 2012. № 10. С. 22–26. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskij-nalog-i-ego-rol-v-innovatsionnom-razvitii-grazhdanskoy-aviatsii>
9. Qi Zhao, Yuming Guo, Tingting Ye, Gasparrini A. Global, Regional, and National Burden of Mortality Associated with Non-Optimal Ambient Temperatures from 2000 to 2019: A Three-Stage Modelling Study. *The Lancet Planetary Health*, 2021, vol. 5, iss. 7, pp. E415–E425. URL: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00081-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00081-4)

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Integrated Economic-Socio-Ecological Analysis

TARGET-SETTING FOR TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN AIRCRAFT INDUSTRY IN THE FIELD OF COUNTERING CLIMATE CHANGE

Vladislav V. KLOCHKOV ^a,

Svetlana V. RATNER ^b,

Ekaterina V. VARYUKHINA ^{c,*}

^a V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russian Federation
vlad_klochkov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4149-7562>

^b V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russian Federation
lanaratner@ipu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3485-5595>

^c National Research Center Institute named after N.E. Zhukovsky,
Zhukovski, Russian Federation
e.varyukhina@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5156-316X>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 595/2021
Received 28 October 2021
Received in revised form
6 November 2021
Accepted 16 Nov 2021
Available online
27 December 2021

JEL classification: O18,
O32, Q38

Keywords: climate
policy, aircraft
construction, greenhouse
gas emission, optimal
emission level

Abstract

Subject. The article discusses the introduction of a Pigouvian tax on greenhouse gas emissions.

Objectives. The objective of the study is to develop methods for setting the target level of CO₂ emissions by Russian aircraft, based on Russia's national interests (both economic and environmental).

Methods. The emission target was set on the basis of the classical approach of determining the economically optimal level of pollution at the intersection of the curves of marginal damage from pollution and marginal costs of eliminating pollution. The assessment of marginal costs of reducing CO₂ emissions was based on the learning curves in the field of research and development aimed at reducing emissions.

Results. We developed a method to set up the target level of CO₂ emissions by Russian aircraft based on Russia's national interests (economic and environmental), rather than on external requirements dictated by competitor nations.

Conclusions. According to the calculations on the basis of realistic estimates of fixed costs for reducing the carbon dioxide emissions, the utility is maximized with a reduction of CO₂ emissions by 10% (for this method of assessing the damage to the State and with the realistic estimates of fixed cost of reducing carbon dioxide emissions).

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2021

Please cite this article as: Klochkov V.V., Ratner S.V., Varyukhina E.V. Target-Setting for Technological Development of the Russian Aircraft Industry in the Field of Countering Climate Change. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2021, vol. 20, iss. 12, pp. 2233–2247.
<https://doi.org/10.24891/ea.20.12.2233>

Acknowledgments

The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project № 20-010-00589, *Development of Methodology and Tools to Evaluate the Effectiveness of Options for State Support to Innovative Transport Technologies in the Context of the New Climate Policy of Russia*.

References

1. Klochkov V.V., Ratner S.V., Rozhdestvenskaya S.M. [Scenario forecasting for the choice of energy source type in civil aviation]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* = *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2020, vol. 19, iss. 12, pp. 2276–2300. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ea.19.12.2276>
2. Pegov S.A. [Anthropogenic impact on the biosphere]. *Trudy Instituta sistemnogo analiza RAN* = *Proceedings of Institute of System Analysis of the Russian Academy of Sciences*, 2009, vol. 42, pp. 5–32.
URL: <http://www.isa.ru/proceedings/images/documents/2009-42/5-32.pdf> (In Russ.)
3. Ratner S., Chepurko Yu., Nguen Hoang Hien. Prospects of Transition of Air Transportation to Clean Fuels: Economic and Environmental Management Aspects. *International Energy Journal*, 2019, vol. 19, iss. 3, pp. 125–138.
URL: <http://www.ericjournal.ait.ac.th/index.php/eric/article/view/2084>
4. Campbell-Mohn C., Breen B., Futrell J.W. *Environmental Law: From Resources to Recovery*. West Publishing, 1993, 994 p.
5. Bressler R.D. The mortality cost of carbon. *Natur Communications*, 2021, vol. 12, no. 4467. URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24487-w>
6. McDonald A., Schrattenholzer L. Learning rates for energy technologies. *Energy Policy*, 2001, vol. 29, iss. 4, pp. 255–261.
URL: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00122-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00122-1)
7. Miketa A., Schrattenholzer L. Experiments with a Methodology to Model the Role of R&D Expenditures in Energy Technology Learning Processes: First Results. *Energy Policy*, 2004, vol. 32, iss. 15, pp. 1679–1692.
URL: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00159-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00159-9)
8. Brutyan M.M. [The ecological tax and its role in innovative development of civil aircraft]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* = *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2012, no. 10, pp. 22–26.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskii-nalog-i-ego-rol-v-innovatsionnom-razvitii-grazhdanskoy-aviatsii> (In Russ.)
9. Qi Zhao, Yuming Guo, Tingting Ye, Gasparrini A. Global, Regional, and National Burden of Mortality Associated with Non-Optimal Ambient Temperatures from 2000

to 2019: A Three-Stage Modelling Study. *The Lancet Planetary Health*, 2021, vol. 5, iss. 7, pp. E415–E425. URL: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00081-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00081-4)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.