

УДК 338.2

JEL Q58, C67

DOI: <http://doi.org/10.25728/econbull.2021.1.4-iosifov>

## СТАНДАРТЫ ТОПЛИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ: АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ<sup>1</sup>

**Иосифов Валерий Викторович**

*Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия*  
*e-mail: [iosifov\\_v@mail.ru](mailto:iosifov_v@mail.ru); SPIN-код: 3558-0754; ORCID ID - нет*

**Аннотация.** Достижение мировых амбициозных целей по снижению выбросов парниковых газов невозможно без кардинальных изменений в транспортном секторе. К настоящему моменту большинство государств мира установили достаточно жесткие цели по сокращению выбросов парниковых газов для легковых автомобилей. Целью данной работы является оценка результативности введения стандартов топливной эффективности с точки зрения достижения долгосрочных целей климатической политики. Проведенный анализ показал, что ужесточение стандартов моторного топлива не способно обеспечить достижение целей мировой климатической политики, в силу проявления сильных эффектов рикошета и наращивания уровня автомобилизации населения. Переход к транспортным средствам с нулевым уровнем выбросов пока что осуществляется недостаточно быстрыми темпами, кроме того, снижение выбросов парниковых газов от дорожного транспорта в данном случае нивелируется увеличением выбросов от электроэнергетики. Поэтому без введения ограничительных мер на поездки на личном автотранспорте, среднесрочные цели мировой климатической политики недостижимы.

**Ключевые слова:** топливная эффективность, стандарты, автомобильный транспорт, государственное регулирование, климатическая политика

## FUEL EFFICIENCY STANDARDS AS A TOOL FOR ACHIEVING CLIMATE POLICY GOALS: PERFORMANCE ANALYSIS

**Iosifov Valery Viktorovich**

*Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia*  
*e-mail: [iosifov\\_v@mail.ru](mailto:iosifov_v@mail.ru); SPIN Code: 3558-0754; ORCID ID - no*

**Abstract.** Achieving the world's ambitious targets for reducing greenhouse gas emissions is impossible without fundamental changes in the transport sector. To date, most countries in the world have set fairly stringent goals to reduce greenhouse gas emissions for passenger cars. The

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 20-010-00589 «Разработка методологии и инструментария оценки эффективности вариантов государственной поддержки инновационных транспортных технологий в контексте новой климатической политики России»

purpose of this work is to assess the effectiveness of the introduction of fuel efficiency standards in terms of achieving long-term climate policy goals. The analysis showed that the tightening of motor fuel standards is not capable of ensuring the achievement of the goals of world climate policy, due to the manifestation of strong rebound effects and an increase in the level of motorization of the population. The transition to vehicles with zero emissions is not yet proceeding at a fast enough pace, in addition, the reduction in greenhouse gas emissions from road transport in this case is offset by an increase in emissions from the electric power industry. Therefore, the medium-term goals of the global climate policy are unattainable without the introduction of restrictive measures on trips by private vehicles.

**Key words:** fuel efficiency, standards, road transport, government regulation, climate policy

**Введение.** Достижение мировых амбициозных целей по снижению выбросов парниковых газов (ПГ) невозможно без кардинальных изменений в транспортном секторе. В настоящее время около четверти всех мировых антропогенных выбросов парниковых газов приходится на транспорт, из которых около 74% - на автомобильный транспорт. Около половины всех выбросов автомобильного транспорта приходится именно на легковые автомобили, используемые для личной мобильности граждан. В связи с этим к настоящему моменту большинство государств мира установили достаточно жесткие цели по сокращению выбросов ПГ для легковых автомобилей. Примерами таких стран могут быть страны ЕС, США и Китай [1, 2]. Принимаемые меры государственного регулирования топливной эффективности являются достаточно результативными в той точке зрения, что ведут к планомерному сокращению средних удельных выбросов на километр транспортной работы.

Например, стандарты минимальной экономии топлива, которые были повсеместно введены в Европейском союзе в 2009 году посредством Регламента ЕС № 443/2009, привели к снижению средних выбросов CO<sub>2</sub> для новых автомобилей с 146 г CO<sub>2</sub>/км в 2009 г. к 127 г CO<sub>2</sub>/км в 2015 году, что даже несколько ниже целевого показателя в 130 г CO<sub>2</sub>/км на 2015 год.

Для легковых автомобилей снижение расхода топлива обычных транспортных средств с двигателем внутреннего сгорания (ICEV) и широкое распространение электромобилей (PEV) - это два основных пути достижения целей по сокращению выбросов CO<sub>2</sub> на автомобильном транспорте. Для реализации обоих путей существуют два базовых подхода государственного регулирования: минимальные стандарты экономии топлива для новых автомобилей и политика поддержки рыночного распространения электромобилей для достижения долгосрочных целей развития транспорта с нулевым выбросом углерода, в рамках которой обычно предоставляются субсидии на покупку более дорогостоящих автомобилей с нулевыми выбросами [3, 4]. Первый подход способствовал явному сокращению выбросов CO<sub>2</sub> от легковых автомобилей [5], а второй привел к увеличению продаж электромобилей во многих странах [6]. Таким образом можно сделать вывод о том, что регулирование выбросов CO<sub>2</sub> явно влияет на средний расход топлива автопарком, а требования нулевых выбросов (ZEV) приводят к прямому увеличению продаж электромобилей. Такой вывод достаточно популярен в современной литературе.

Однако фактическое влияние целевых показателей парка CO<sub>2</sub> на продажи электромобилей в литературе практически не анализировалось. Кроме того, в научной литературе пока мало внимания уделяется эффектам рикошета, возникающим при снижении удельного расхода топлива автомобилями. Поэтому целью данной работы является оценка результативности введения стандартов

топливной эффективности с точки зрения достижения долгосрочных целей климатической политики, другими словами, с точки зрения реального сокращения выбросов ПГ транспортным сектором.

**Стандарты топливной эффективности в странах Евросоюза.** С самого начала хотелось бы отметить, что стандарты топливной эффективности и стандарты, ограничивающие выбросы автомобилей – это разные вещи. Однако, если речь идет о выбросах парниковых газов (ПГ), которые сами по себе не являются причиной ухудшения качества воздуха, а лишь являются потенциальным фактором климатических изменений, то топливная эффективность и стандарт на выбросы могут рассматриваться как разные стороны одного и того же инструмента. Нет другого пути для сокращения выбросов ПГ, кроме как снижение потребления углеводородного топлива, т.е. повышения топливной эффективности или переход к другим видам углероднейтрального топлива. Поэтому в нашем исследовании мы рассматриваем и стандарты топливной эффективности, и стандарты на выбросы.

Как было уже отмечено выше, в 2009 году Еврокомиссия ввела стандарты минимальной экономии топлива через Регламент (ЕС) № 443/2009. Данный регламент устанавливает стандарты выбросов легковых автомобилей для вновь проданных автомобилей в ЕС. В частности, максимальные значения выбросов CO<sub>2</sub> для новых проданных автомобилей определяются для каждого производителя транспортных средств. Текущее целевое значение составляет 130 гCO<sub>2</sub> / км и изменится до 95 гCO<sub>2</sub> / км (измеряется в Новом европейском ездовом цикле, NEDC) в 2021 году для автомобиля средней массы. Конкретный целевой показатель производителя корректируется в соответствии со средней массой нового автопарка производителя. Чем больше масса, тем больше разрешенных выбросов (в гCO<sub>2</sub> / км).

8 ноября 2017 года Европейская комиссия представила законодательное предложение о продлении Регламента (ЕС) № 443/2009 на период после 2021 года (ЕС-European Commission, 2017). Выбросы CO<sub>2</sub> от новых легковых автомобилей будут сокращены на 15% до 2025 года и на 30% до 2030 года по сравнению с уровнями 2020 года. Европейский парламент проголосовал 3 октября 2018 года за более амбициозные цели по выбросам CO<sub>2</sub> для парка автомобилей на период после 2020 года. Парламент согласовал сокращение выбросов CO<sub>2</sub> на 20% в 2025 году и на 40% в 2030 году. 17 апреля 2019 года Европейская комиссия приняла Регламент (ЕС) 2019/631 в качестве обновления Регламента (ЕС) № 443/2009 на период после 2020 года. Выбросы CO<sub>2</sub> от новых легковых автомобилей будут сокращены на 15% до 2025 года и на 37,5% до 2030 года по сравнению с уровнем 2021 года, что соответствует 59,4 гCO<sub>2</sub> / км в соответствии с NEDC. Таким образом, стандарты топливной эффективности были ужесточены [7].

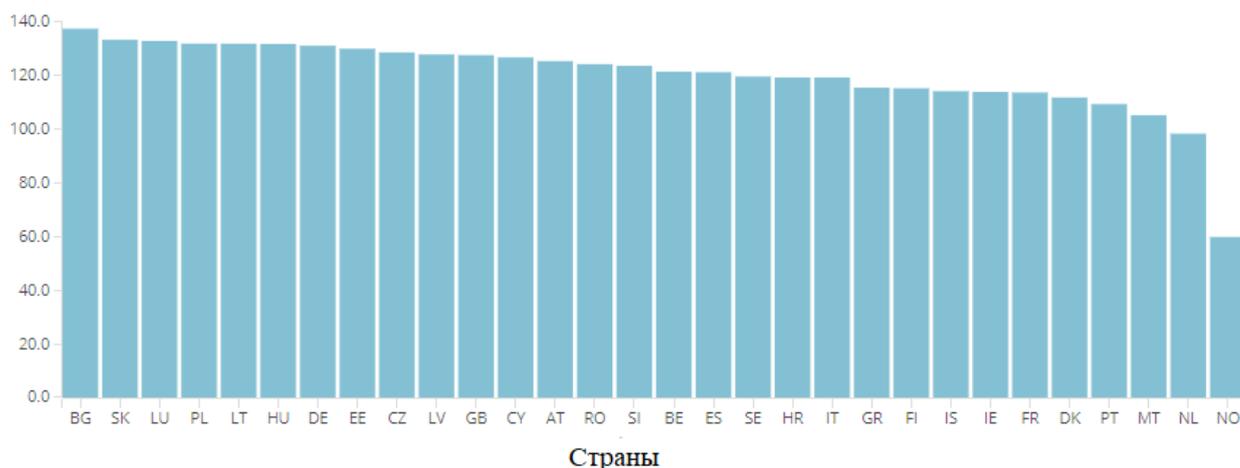
Регламент (ЕС) № 443/2009 требует, чтобы государства-члены регистрировали информацию по каждому новому легковому автомобилю, зарегистрированному на их территории. Каждый год каждое государство-член должно предоставлять Комиссии всю информацию, касающуюся их новых регистраций. В частности, для каждого нового зарегистрированного легкового автомобиля требуются следующие данные: наименование производителя, номер официального утверждения типа, тип, вариант, версия, марка и коммерческое наименование, удельные выбросы CO<sub>2</sub>, масса автомобиля, колесная база, ширина колеи, двигатель, емкость, вид топлива и топливный режим. Соответствующие базы данных открыты, представлены в свободном доступе для всех

заинтересованных сторон. Поэтому система мониторинга соблюдения регламента является достаточно жесткой.

Начиная с 2021 года, вместо абсолютных показателей сокращения будут устанавливаться процентные цели. Новое процентное снижение было введено в связи с переходом от NEDC к новой процедуре испытаний на выбросы - Всемирной согласованной процедуре испытаний легких транспортных средств (WLTP). В соответствии с целями ЕС, регулирование создает дополнительные стимулы производить и продавать автомобили с низким и нулевым уровнем выбросов (ZEV). Сегодня ZEV - это в основном электромобили с аккумуляторной батареей (BEV). Транспортные средства с выбросами CO<sub>2</sub> ниже 51 г CO<sub>2</sub>/ км в настоящее время считаются автомобилями с низким уровнем выбросов. Транспортные средства с низким уровнем выбросов - это в основном гибридные электромобили (PHEV). В Регламенте (ЕС) 2019/631 целевое значение для ZEV и транспортных средств с низким уровнем выбросов в парке новых автомобилей составляет 15% в 2025 году и 35% в 2030 году. Чтобы усилить стимулы для разработки и производства автомобилей с нулевым и/или низким уровнем выбросов, Евросоюз предусматривает систему бонусов для тех автомобилестроительных предприятий, кто превысит данные целевые показатели. В дальнейшем эти производители должны соблюдать более низкие значения выбросов для всего своего парка [7].

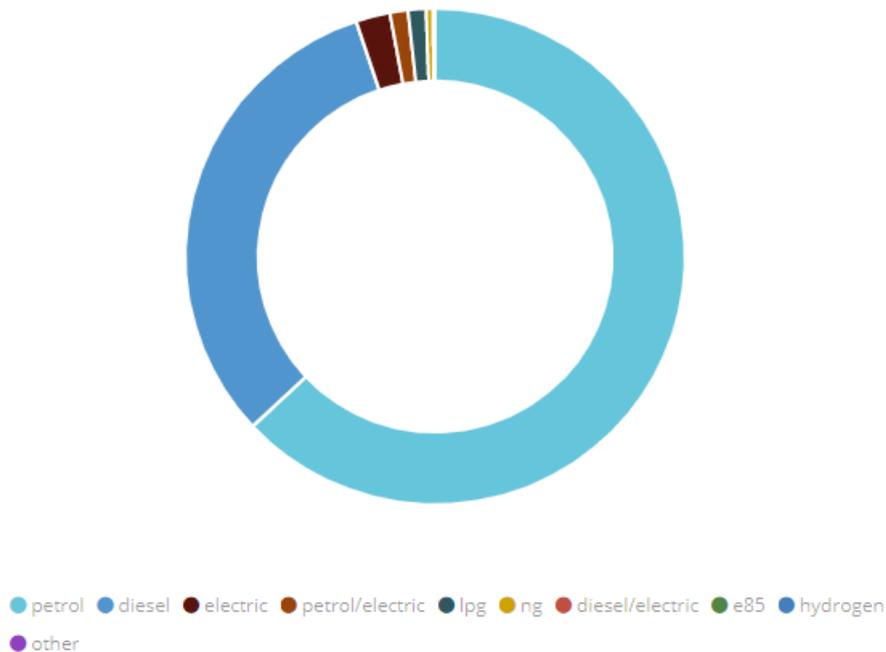
В государствах-членах с низким уровнем потребления транспортных средств с нулевым и низким уровнем выбросов (ZLEV) в 2017 году вес нового зарегистрированного ZLEV будет выше в период с 2025 по 2030 год. Однако производители, которые не соответствуют требованиям ZLEV, пока что не будут наказаны. Помимо бонусов через фактор ZLEV, производители также могут подать заявку на снижение целевого показателя за счет экологических инноваций. К ним относятся технологии, которые не рассматриваются в текущем цикле испытаний [7].

По данным конца 2019 года средние удельные выбросы CO<sub>2</sub> на км пробега автомобиля составляют в странах Евросоюза 122,4, с минимальным показателем 59,9 г (Норвегия) и максимальным показателем 137,6 г (Болгария) (рис. 1)



**Рис. 1** Удельные выбросы CO<sub>2</sub> автомобилями в странах Европейского союза в 2019 году, г/км. Источник: <https://www.eea.europa.eu/>

Распределение новых автомобилей в Евросоюзе по типу топлива представлено на рис. 2. Как видно из диаграммы, представленной на рис. 2, подавляющее большинство автомобилей в новых продажах – это автомобили на бензине (63%) и дизельном топливе (31,86%). Доля электромобилей в продажах 2019 года достигла 2,21%, гибридные автомобили составляют 1,17%, автомобили на природном газе – 1,16%, доли автомобилей других типов незначительные и составляют менее 1%.



**Рис. 2** Распределение новых автомобилей по типу топлива в странах Евросоюза в 2019 году. Источник: <https://www.eea.europa.eu/>

В абсолютном выражении наиболее количество электромобилей было продано в 2020 году в Германии (из стран Евросоюза) (рис. 3). Однако в процентном соотношении, наибольшая доля электромобилей в общем автопарке наблюдается в Польше, Италии, Латвии, Литве и Болгарии (рис. 4). Согласно данным аналитического интернет-издания EV-volumes.com, Европа вытеснила Китай в качестве глобального двигателя продаж электромобилей в 2020 году впервые за пять лет, поскольку общие продажи электромобилей подскочили на 43%, несмотря на то, что кризис COVID-19 ударил по общим продажам автомобилей.

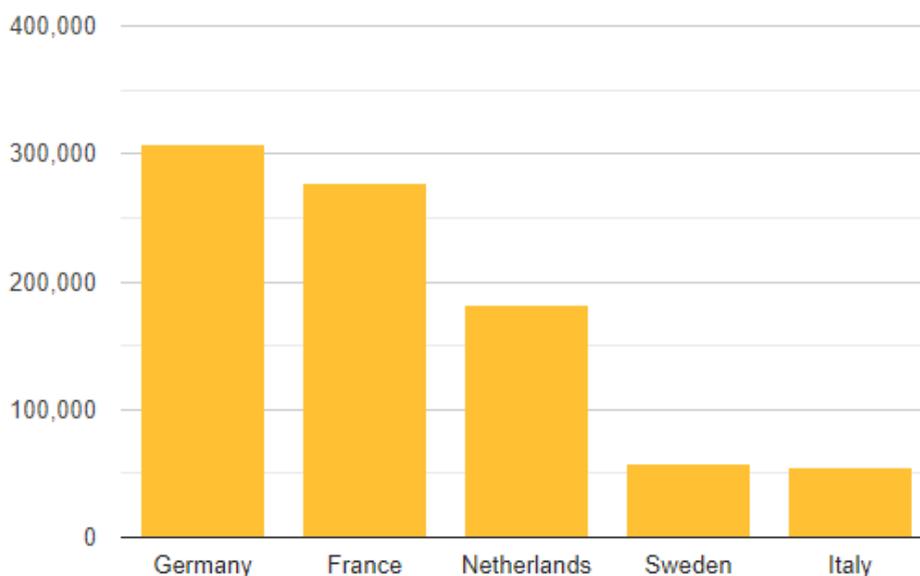


Рис. 3 Страны-лидеры по продажам легковых электромобилей в Европе в 2020 году. Источник: <https://www.eafo.eu/>

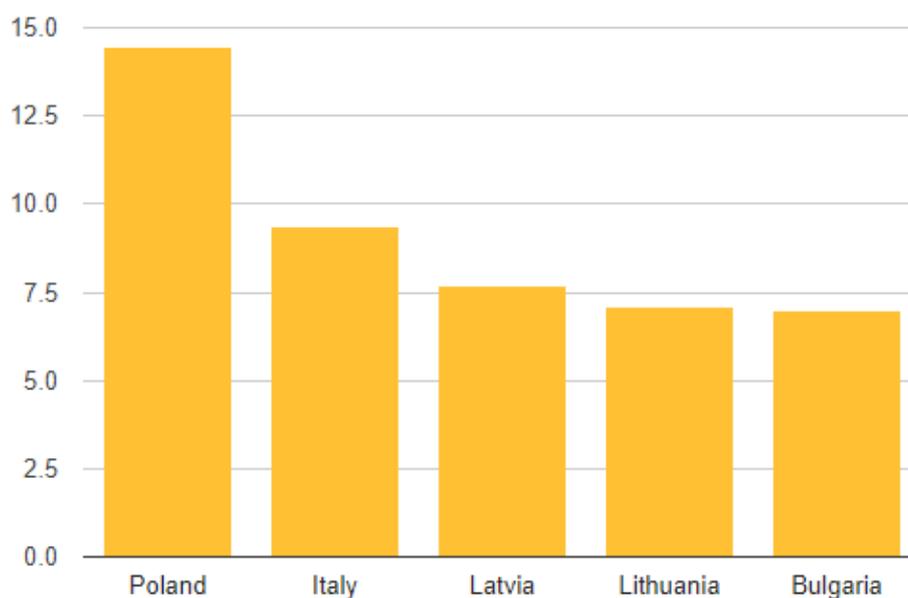


Рис. 4 Страны-лидеры по уровню проникновения легковых электромобилей в Европе в 2020 году. Источник: <https://www.eafo.eu/>

Многие автопроизводители за последние годы сделали достаточно громкие заявления относительно роста доли электромобилей в их продажах. Так, автоконцерн Volvo заявил о достижении цели 25% электромобилей в общем объеме продаж к 2025 году. Volkswagen Group обозначила цель 20-25% электромобилей в новых продажах к тому же сроку, Renault-Nissan – 20%, Dimer и BMW – от 15 до 25% [8]. Поэтому складывается впечатление, что автопроизводители отдают предпочтение переходу на производство электромобилей вместо поиска новых

путей повышения топливной эффективности и, как следствие, снижения выбросов CO<sub>2</sub>.

**Стандарты топливной эффективности в Китае.** В сфере повышения топливной эффективности Китая, в первую очередь, следовал топливным стандартам Европейского Союза с конца 1990-х гг. После десятилетия активной борьбы с нарастающим загрязнением воздуха, особенно в городских районах, Китай решил усилить стандарты контроля опасных материалов для автомобильного бензина и дизельного топлива. В мае 2011 года был выпущен стандарт на бензин China IV с указанием максимальной концентрации серы в бензине - 50 ppm (частей на миллион). Этот стандарт был введен поэтапно к концу 2013 года. В начале 2013 года Государственный совет издал дополнительную директиву, призывающую к общенациональному введению топлива со сверхнизким содержанием серы (10 ppm) к концу 2017 г. [1]. Восточные прибрежные города и мегаполисы служили пилотной площадкой до того, как требование было распространено на другие области. Данная директива была преобразована в официальные правила в течение 2013 г. В итоге были выпущены три новых стандарта: 1) China IV на дизельное топливо (50 частей на миллион) в феврале 2013 года с поэтапным введением до 31 декабря, 2014; 2) China V на дизельное топливо (10 частей на миллион) в июне 2013 года будет с поэтапным введением к декабрю 2017 года; 3) стандарт на бензин China V (10 ppm) в декабре 2013 г. с поэтапным введением до 31 декабря 2017 г.

Следуя директиве центрального правительства, провинции Китая пересмотрели региональную нормативно-правовую базу, чтобы внедрить новые стандарты топлива. Власти провинции (включая Департамент охраны окружающей среды и транспорта, Комиссию по развитию и реформам и Комиссию по экономическим и информационным технологиям) были активно вовлечены в этот процесс, проводя серии консультаций с различными заинтересованными сторонами, такими как провинциальные отделения крупных государственных нефтяных компаний (Sinopet и PetroChina, которые доминируют на китайском рынке и управляют как нефтеперерабатывающими заводами, так и розничными станциями), производителями автомобилей, исследовательскими институтами и учреждениями по контролю качества. При принятии решения о внедрении на местном уровне одним из важных соображений было ограничение выбросов выхлопных газов от дорожных транспортных средств [1]. Но местные перерабатывающие мощности также были критическим фактором, поскольку им была поставлена задача производить и поставлять топливо более высокого качества без дефицита. В то же время некоторые провинции развивались в данном направлении быстрее, чем другие. Так, например, провинции Цзянсу и Гуандун решили постепенно распространять новые стандарты на свои префектуры. Был выбран список основных префектур, которые первыми примут новые стандарты, а на втором этапе - остальные.

К концу 2013 года 25,5% префектур внедрили стандарт бензина IV, а 1,5% префектур перешли на стандарт дизельного топлива IV. К концу 2014 года эти доли увеличились до 100% и 22% соответственно. К 2015 году все префектуры Китая поставляли только бензин класса IV и дизель класса IV. Что касается топлива со сверхнизким содержанием серы, то стандарты бензина класса V и дизельного топлива класса V все еще находятся в процессе внедрения. К 2013 году 3% префектур начали поставлять бензин класса V, в то время, как только 0,3% префектур перешли на дизельное топливо класса V. В следующем году эти

отношения увеличились до 12,5% и 3,9%. В 2015 году 14,5% префектур перешли на бензин V и 14,2% префектур перешли на дизельное топливо V [1].

Хотя префектуры и регионы Китая могут внедрять стандарты качества топлива в соответствии со своими собственными сроками, изменения цен на топливо жестко регулируются Национальной комиссией по развитию и реформам (NDRC), главным экономическим планировщиком страны. Чтобы компенсировать необходимую модернизацию НПЗ и увеличение затрат на производство более чистого топлива, NDRC объявил о новой ценовой политике. Оптовые цены на бензин и дизельное топливо China IV были увеличены до 290 и 370 иен за тонну соответственно. Цены на бензин и дизельное топливо China V были повышены еще на 170 и 160 иен за тонну. После внедрения новых стандартов, АЗС соответственно повысили цены на бензин и дизельное топливо.

Переход на новые стандарты топлива потребовал существенных вложений. По оценкам некоторых исследований, затраты, связанные с повышением качества моторного топлива, должны были быть разделены между нефтяными компаниями и потребителями (примерно 30% против 70%), но увеличение затрат не было полностью перенесено на потребительские цены, по крайней мере, согласно NDRC. Если исходить из упрощенного предположения, что изменение цен распространяется на весь потребляемый бензин без учета постепенного расширения использования более качественного топлива в Китае, переход от стандарта бензина III к стандарту IV вызвал бы рост затрат примерно на 25,18 млрд иен (3,99 млрд доллара США) для потребителей.

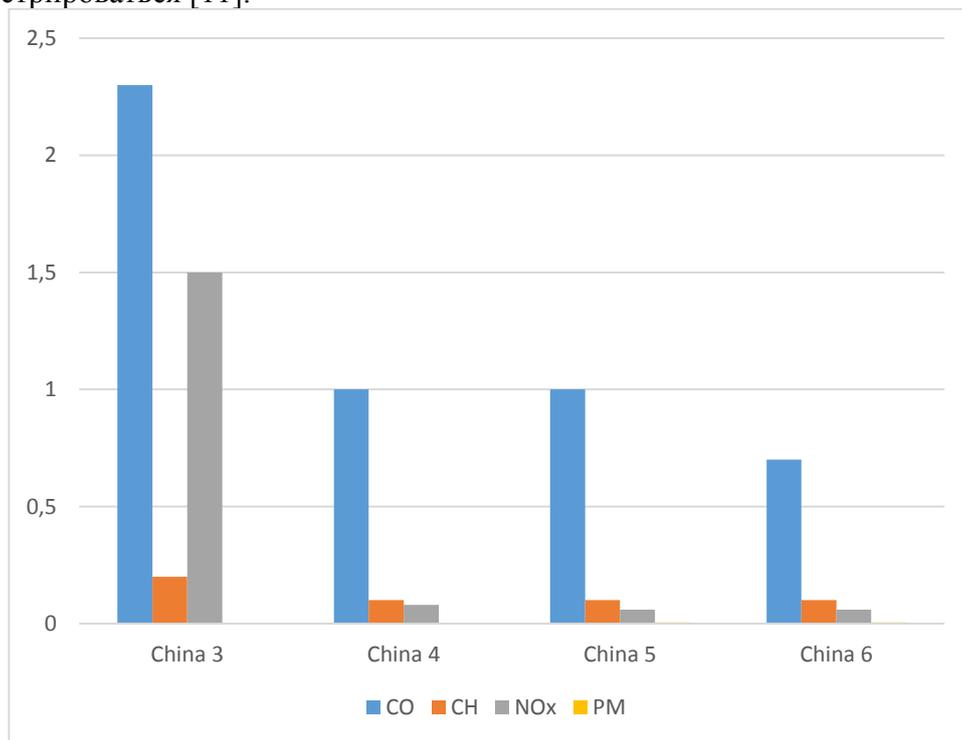
Сравнивая европейские и китайские стандарты топлива можно отметить, что свойства топлива, указанные в европейских стандартах, включают максимум содержания свинца и серы в бензине, цетановое число для дизеля, а также содержание серы и метиловые эфиры жирных кислот для биодизельного топлива. Стандарты периодически обновляются в сторону обязательного снижения содержания серы согласно графику, разработанным еще в 1999 году. В 2000 году стандарт Евро 3 требовал максимального содержания серы в бензине 150 частей на миллион и 350 частей на миллион в дизельном топливе. В 2005 году стандарт Евро 4 требовал не более 50 частей на миллион серы, как в бензине, так и в дизеле. В 2009 году стандарт Евро 5 требовал уже не более 10 частей серы на миллион в бензине.

Сравнивая результативность введения более жестких топливных стандартов с другими мерами, направленными на ограничения выбросов от легкового автотранспорта, можно выделить несколько работ, в которых результативность стандартов топливной эффективности сравнивается с ограничениями на вождение, применяемыми в некоторых китайских городах [9], а также стандартами экологичности топлива, применяемыми в Калифорнии. Как показано в работе [10], введенное в Пекине ограничение на количество транспортных средств, управляемых каждый день, привело к снижению концентрации PM10 в воздухе на 21% (снижение на 30,8 мкг/м<sup>3</sup> со среднего уровня в 147 мкг/м<sup>3</sup>). В пересчете на социальные эффекты (влияние на здоровье людей) это означает снижение смертности на 1114 случаев. Предполагаемая выгода может составить до 3,05 миллиарда йен по сравнению с ежегодными затратами в 519 миллионов йен на обеспечение данной меры. Согласно оценкам той же работы, введение стандарта бензина класса IV снизило концентрацию PM10 в воздухе на 12,9% (на 16 мкг/м<sup>3</sup>). Таким образом, ограничение количества транспортных средств на дорогах, управляемых ежедневно, является более действенной мерой для повышения

качества воздуха, недели введение новых стандартов топливной эффективности и экологичности топлива.

Что касается высоких стандартов экологичности моторного топлива, применяемых в Калифорнии, то они регулируют содержания озона. Более жесткие ограничения содержания озона, согласно оценкам работы [10], ежегодно спасают 660 жизней в Калифорнии. Учитывая суммарную стоимость введения таких стандартов (модернизация производства и дистрибуции топлива) 1,2–1,6 млрд долларов в год, имеем, что на одну спасенную жизнь приходится 1,8–2,4 млн долларов.

В мае 2016 года в Китае был разработан новый стандарт топлива China 6 (рис. 5). Его введение на общенациональном уровне планировалось с июля 2020 года, однако в апреле 2020 года была объявлена задержка процесса внедрения до 1 января 2021 года. China 6 нацелен на сокращение выбросов углеводородов на 50%, NO<sub>x</sub> на 40% и твердых частиц на 33% по сравнению с уровнями Евро 6. Особенностями стандарта является то, что требования соответствия RDE применяются к двигателям с принудительным зажиганием и воспламенением от сжатия, начиная с июля 2023 г. (дата внедрения China 6) с ограничениями по NO<sub>x</sub> и PN и коэффициентом соответствия 2,1. Пределы выбросов применяются как к городской части поездки, так и ко всей поездке. Исключаются холодные пуски. До июля 2023 года данные RDE должны отслеживаться и регистрироваться. Переоценка CF будет проведена к июлю 2022 года. CO должен контролироваться и регистрироваться [11].



**Рис. 5** Эволюция требований по выбросам (г/км) различных веществ в китайских стандартах топлива (класс I). Источник: составлено автором по данным <https://dieselnet.com/standards/>

В отличие от Евро 6, в стандарте предусмотрены ограничение по N<sub>2</sub>O. Таким образом, требования стандарта China 6 основаны на правилах California OBD II.

Транспортные средства с бензиновым двигателем China 6 также должны соответствовать пределу выбросов парниковых газов 0,70 г на км для транспортных средств типа 1 и типа 2, категории I, 0,90 г на км для транспортных средств типа 2, категории II и 1,20 г для транспортных средств типа 2, категории III.

В 2020 году продажи электромобилей в Китае превысили 1,3 миллиона единиц, что на 8% больше, чем в прошлом году. Специалисты прогнозируют, что объемы продаж электромобилей составят 1,8 миллиона единиц в 2021 году, что на 40% больше 2020 года. Уверенность в росте продаж электромобилей связана со стабильным экономическим ростом, постоянной политикой стимулирования потребления транспортных средств и стимулированием продаж производителями [12]. Продажи электромобилей для личного пользования увеличилось почти до 70% в этом году с 20% два года назад. Согласно расчетам S&P Global Platts, продажи электромобилей в Китае могут достичь 6 миллионов единиц в 2025 году, основываясь на плане развития индустрии новых энергетических транспортных средств на 2021-2035 годы, согласно которому к 2025 году продажи автомобилей на новой энергии составят 20% от общего объема продаж новых автомобилей.

**Эффект рикошета при повышении топливной эффективности.** Повышение топливной экономичности транспортных средств снижает затраты на километр проезда (удельные затраты), что должно увеличить спрос на поездки при прочих равных условиях. Эта закономерность называется эффектом рикошета (иногда – бумеранга или отскока) и впервые была применена к области энергоэффективных технологий Хаззумом [13]. Независимо от того, является ли эффект рикошета большим или небольшим по сравнению с экономией энергии, важно, что увеличение количества поездок на транспортных средствах увеличивает общее потребление энергии, создает заторы на дорогах и увеличивает в итоге выбросы загрязняющих веществ.

Эффект рикошета, как правило, делят на:

1. *прямой* – увеличение годового пробега транспортного средства, вызванное снижением стоимости поездки;
2. *косвенный* - увеличение спроса на поездки, в том числе, с использованием других транспортных средств (например, самолетов) в силу увеличения дохода потребителей и роста спроса на путешествия;
3. *глобальный* - эффект рикошета в масштабах всей экономики из-за изменений в моделях потребления и ценах по всей цепочке поставок. Возникает только в том случае, когда повышение энергоэффективности приносит потребителям чистую экономию.

В зарубежной литературе на сегодня представлено достаточно много работ, оценивающих величину прямых, косвенных и глобальных эффектов роста энергоэффективности, в частности, топливной эффективности. Так, например, в работе [14] расчеты авторов для случая повышения эффективности расходования топлива для легковых автомобилей показали, что за период с 1975 года влияние косвенный эффект рикошета на движение транспортных средств примерно на два порядка меньше, чем прямое влияние, а глобальный эффект примерно на один порядок меньше/

Что касается измерений прямого эффекта рикошета, то его, как правило, измеряют как эластичность - процентное изменение расстояния пробега транспортного средства на 1 процентное изменение стоимости расхода топлива на километр). Десятки исследований, в том числе комплексные международные [15, 16] показывают широкий диапазон оценок прямого эффекта отскока для

автотранспортных средств. Так, например, авторы работы [15] проанализировали 255 международных оценок эластичности и идентифицировали диапазон от +0,2 до -1,7%. При этом 57 исследований напрямую оценивали эластичность движения транспортного средства с точки зрения топливной эффективности, 116 основывались на стоимости топлива на милю, а 82 исследования оценили эластичность поездки транспортного средства только в отношении цены на топливо.

Кроме этого, авторы работы [15] делают несколько важных выводов относительно проявления эффекта рикошета в сфере дорожного транспорта: кратковременный эффект рикошета намного меньше (по абсолютной величине), чем долгосрочный. В разных странах эластичность эффекта рикошета снижалась с течением времени и с ростом ВВП на душу населения и увеличивалась с увеличением плотности населения и цен на топливо.

**Выводы.** Эволюция стандартов топливной эффективности, произошедшая за последние годы в большинстве развитых стран мира, привела к некоторым улучшениям качества воздуха и снижению удельных выбросов ПГ от дорожного транспорта. Однако дальнейшее ужесточение стандартов моторного топлива все равно не способно обеспечить достижение целей мировой климатической политики, в силу проявления сильных эффектов рикошета и наращивания уровня автомобилизации населения. Переход к транспортным средствам с нулевым уровнем выбросов пока что осуществляется недостаточно быстрыми темпами, кроме того, снижение выбросов ПГ от дорожного транспорта в данном случае может частично компенсироваться увеличением выбросов от электроэнергетики. Поэтому без введения ограничительных мер на поездки на личном автотранспорте, среднесрочные цели мировой климатической политики недостижимы.

## Литература

1. Li P., Lu Y., Wang J. The effects of fuel standards on air pollutions: evidence from China. *Journal of Development Economics*, 2020. Vol. 146, P. 102488
2. Ратнер С.В. Эволюция транспортной инфраструктуры в целях охраны климата: развитие инновационных технологий автомобильного транспорта в России и мире // *Инновации*, 2019. №5, С. 28-34.
3. Ратнер С.В., Иосифов В.В. Государственная поддержка развития электромобилей: субсидирование или инфраструктурные стимулы // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2019. Т.12, Вып. 4, стр. 372-387 <https://doi.org/10.24891/fa.12.4.372>
4. Ратнер С.В. Механизмы налогового стимулирования развития «зеленых» транспортных систем: опыт Норвегии // *Финансы и кредит*. — 2018. — Т. 24, № 4. — С. 767 — 783. <https://doi.org/10.24891/fc.24.4.767>
5. Kleit, A.N. Impacts of long-range increases in the fuel economy (CAFE) standard. *Economic Inquiry*, 2004, Vol. 42, 279–294. <https://doi.org/10.1093/ei/cbh060>.
6. Klier, T., Linn, J. The effect of vehicle fuel economy standards on technology adoption. *Journal of Public Economics*, 2016, Vol. 133, P. 41–63. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2016.08.001>.
7. Fritz, M., Plötz, P., & Funke, S. A. The impact of ambitious fuel economy standards on the market uptake of electric vehicles and specific CO2 emissions. *Energy Policy*, 2019. Vol. 135, P. 111006. doi:10.1016/j.enpol.2019.111006
8. Ратнер С.В. Управление инновациями на пред-конкурентных стадиях: опыт реализации многосторонних технологических инициатив в области альтернативного транспорта // *Экономический анализ: теория и практика*, 2018. Т. 17, Вып. 5, стр. 820-835 <https://doi.org/10.24891/ea.17.5.820>

9. Viard, V. Brian, Fu, Shihe, The effect of Beijing's driving restrictions on pollution and economic activity. *Journal of Public Economics*, 2015, No. 125, P. 98–115.
10. Auffhammer, M., Kellogg, R. Clearing the air? The effects of gasoline content regulation on air quality. *American Economic Review*, 2011. No. 101 (6), P. 2687–2722.
11. <https://dieselnet.com/standards/>
12. Ратнер С.В., Иосифов В.В. Сравнительный анализ конкурирующих инновационных технологий наземного автотранспорта по эколого-экономическим показателям // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 4. С. 212—221. DOI: 10.18721/JE.11416
13. Khazzoom, D.J. Economic implications of mandated efficiency standards for household appliances. *Energy Journal*, 1980. Vol. 1, 21–40.
14. Greene, D.L., Sims, C.B., Muratori, M. Two trillion gallons: fuel savings from fuel economy improvements to US light-duty vehicles, 1975–2018 // *Energy Policy* 2020 Vol. 142, 111517 <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111517>.
15. Dimitropoulos, A., Oueslati, W., Sintek, C. The rebound effect in road transport: a meta-analysis of empirical studies. *Energy Economics*, 2018. Vol. 75, P. 163–179. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.021>.
16. Sorrell, S., Dimitropoulos, J. UKERC Review of Evidence for the Rebound Effect (No. UKERC/WP/TPA/2007/013. 2007. UK Energy Research Centre.

### References

1. Li P., Lu Y., Wang J. The effects of fuel standards on air pollutions: evidence from China. *Journal of Development Economics*, 2020. Vol. 146, P. 102488
2. Ratner S.V. Evolution of transport infrastructure for climate protection: the development of innovative technologies for road transport in Russia and the world // *Innovations*, 2019. No. 5, pp. 28-34.
3. Ratner S.V., Iosifov V.V. State support for the development of electric vehicles: subsidies or infrastructure incentives // *Financial analytics: problems and solutions*. 2019. Vol. 12, Issue. 4, pp. 372-387 <https://doi.org/10.24891/fa.12.4.372>
4. Ratner S.V. Mechanisms of tax incentives for the development of "green" transport systems: the experience of Norway // *Finance and Credit*. - 2018. - Т. 24, No. 4. - P. 767 - 783. <https://doi.org/10.24891/fc.24.4.767>
5. Kleit, A.N. Impacts of long-range increases in the fuel economy (CAFE) standard. *Economic Inquiry*, 2004, Vol. 42, 279-294. <https://doi.org/10.1093/ei/cbh060>.
6. Klier, T., Linn, J. The effect of vehicle fuel economy standards on technology adoption. *Journal of Public Economics*, 2016, Vol. 133, pp. 41–63. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2016.03.001>.
7. Fritz, M., Plötz, P., & Funke, S. A. The impact of ambitious fuel economy standards on the market uptake of electric vehicles and specific CO2 emissions. *Energy Policy*, 2019. Vol. 135, P. 111006. doi: 10.1016/j.enpol.2019.111006
8. Ratner S.V. Innovation Management at Pre-Competitive Stages: Experience in Implementing Multilateral Technological Initiatives in the Field of Alternative Transport // *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018. Vol. 17, Issue. 5, pp. 820-835 <https://doi.org/10.24891/ea.17.5.820>
9. Viard, V. Brian, Fu, Shihe, The effect of Beijing's driving restrictions on pollution and economic activity. *Journal of Public Economics*, 2015, No. 125, P. 98-115.
10. Auffhammer, M., Kellogg, R. Clearing the air? The effects of gasoline content regulation on air quality. *American Economic Review*, 2011. No. 101 (6), P. 2687-2722.
11. <https://dieselnet.com/standards/>
12. Ratner S.V., Iosifov V.V. Comparative analysis of competing innovative technologies for ground vehicles in terms of environmental and economic indicators // *Scientific and technical bulletin of SPbSPU. Economic sciences*. 2018. Vol. 11, No. 4, pp. 212-221. DOI: 10.18721 / JE.11416

13. Khazzoom, D.J. Economic implications of mandated efficiency standards for household appliances. *Energy Journal*, 1980. Vol. 1, 21-40.

14. Greene, D.L., Sims, C.B., Muratori, M. Two trillion gallons: fuel savings from fuel economy improvements to US light-duty vehicles, 1975–2018 // *Energy Policy* 2020 Vol. 142, 111517 <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111517>.

15. Dimitropoulos, A., Oueslati, W., Sintek, C. The rebound effect in road transport: a meta-analysis of empirical studies. *Energy Economics*, 2018. Vol. 75, P. 163-179. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.021>.

16. Sorrell, S., Dimitropoulos, J. UKERC Review of Evidence for the Rebound Effect (No. UKERC / WP / TPA / 2007 / 013.2007. UK Energy Research Center.

*Поступила в редакцию 2 апреля 2021 года*