

К проблеме снижения выбросов CO_2 в атмосферу

К. А. Гордин и Ю. А. Зейгарник

Объединенный институт высоких температур РАН, Ижорская ул., 13, стр.2, Москва
125412, Россия

E-mail: ivtgord@mail.ru

Статья поступила в редакцию 1 октября 2019 г.

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы предотвращения вредных выбросов в атмосферу, влияющих на изменение климата на Земле. На примере европейских стран анализируются различные решения использования экономических инструментов, способствующих противодействию изменения климата. При отсутствии продуманной системы введения налога за выбросы углекислого газа (углеродный налог), предлагаемые в разных странах величины налогов отличаются на порядок. Схемы торговли квотами на выбросы парниковых газов в Европейском союзе неоднократно менялись, не были эффективными и до настоящего времени эта система окончательно не выбрана. Показывается, что введение штрафных санкций в отдельных странах не имеет смысла, так как не решает глобальной проблемы, но существенно ухудшает экономику этих стран. Введение их в подавляющем большинстве стран приведет к изъятию из экономики огромных средств, якобы предназначенных для реализации экологически чистых технологий. Однако реальные возможности реализации таких технологий (если они имеются) требуют существенно меньших затрат, соответствующих естественным потребностям (не ломать же действующие электростанции). Сформулированы три основных направления, позволяющие существенно сократить выбросы CO_2 в атмосферу. Дается критический анализ предлагаемых основных направлений снижения выбросов CO_2 : реализация возобновляемых источников энергии и создание энергетических технологий на органическом топливе с секвестрированием CO_2 . <https://doi.org/10.33849/2019210>

1. СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ПЛАНАХ ЕС

В настоящий момент значительная часть ученых, в том числе Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) утверждает, что с 95%-ной вероятностью человек является основной причиной происходящего глобального потепления [1].

В глобальном масштабе рост экономик и населения планеты продолжают быть самым важным фактором увеличения выбросов CO_2 от сжигания ископаемого топлива. Предполагается, что совокупные выбросы CO_2 и других парниковых газов в значительной мере будут определять повышение средней глобальной приземной температуры к концу XXI века и в последующий период. Многочисленные свидетельства пока указывают на устойчивую, последовательную взаимосвязь между совокупными выбросами CO_2 , концентрацией CO_2 в атмосфере Земли и прогнозируемым изменением глобальной температуры до 2100 года.

Киотский протокол стал первым имеющим обязательную силу шагом к осуществлению принципов и целей, предусмотренных рамочной конвенцией ООН по изменению климата. По условиям этого протокола развитые экономики брали на себя четкие юридические обязательства по сокращению выбросов парниковых газов. Юридически обязывающий характер соглашения в итоге привел к тому, что сенат США просто отказался его ратифицировать. В то же время на такие страны, как Индия и Китай, Киотский протокол не налагал юридических обязательств.

Механизм чистого развития (МЧР), учрежденный в рамках этого протокола, способствовал созданию рынка компенсаций выбросов со стороны развивающихся стран и международной торговле выбросами. С другой стороны, подсчеты организации Global Carbon Project показали, что никаких позитивных последствий в деле сокращения вредных выбросов Киотский протокол не принес [2].

Парижское соглашение, пришедшее на смену Киотскому протоколу и подписанное большинством государств мира в апреле 2016 года, начиная с 2020 года будет регулировать выбросы парниковых газов [3]. По условиям соглашения все подписавшие его страны должны будут добровольно сократить выбросы парниковых газов, вне зависимости от уровня экономического развития. Поставлена лишь общая глобальная цель — до конца XXI века удержать прирост глобальной приземной средней температуры планеты, по сравнению с доиндустриальным уровнем, ниже $2^\circ C$, а также приложить усилия для ограничения роста температуры до $1,5^\circ C$. В рамках соглашения развитые страны договорились ежегодно выделять развивающимся экономикам по 100 млрд. USD для реализации экологической политики. Каждое из государств, поставивших свою подпись под соглашением, должно представить пятилетний план действий для смягчения изменений климата. Американский план уже был разработан и представлен в 2015 году. Этот план предусматривал сокращение к 2025 году выбросов углекислого газа в атмосферу на 26–28% по сравнению с уровнем 2005 года. К началу 2017 года практически все государства присоединились к Парижским соглашениям.

Задачи по ограничению глобального потепления, заявленные в Парижском соглашении, выглядят достаточно труднореализуемыми. По результатам исследований New Climate Institute и Массачусетского технологического института, с 95%-ной вероятностью до конца века при соблюдении и выполнении нынешних обязательств по сокращению эмиссии рост температуры может составить $2,7\text{--}3,7^\circ C$ [4, 5]. Чтобы как-то ослабить аргументацию противников, в Парижском соглашении предусмотрели условия пересмотра национальных вкладов по сокращению вредных выбросов раз в пять лет, начиная с 2020 года. При этом в тексте документе нет четкого определения механизмов мониторинга сокращения выбросов. В июне 2017 года США объявили о своем

выходе из Парижского соглашения, назвав условия соглашения невыгодными и несправедливыми для США. Правительство России ратифицировало Парижские соглашения в сентябре 2019 года. Ранее Россия заявляла, что в рамках нового соглашения по климату готова принять обязательства по ограничению к 2030 году выбросов парниковых газов на уровне 70–75% по отношению к 1990 году.

Международное сотрудничество по вопросам изменения климата способствовало разработке и адаптации стратегий, планов и механизмов действий на национальном и местном уровнях. Однако ключевую роль в планировании и осуществлении адаптации должны играть национальные правительства.

Существуют различные подходы к решению проблем изменения климата. Эти подходы можно объединить в три группы.

1. Некоторые страны ведут дело к заключению двусторонних и многосторонних соглашений. Страны, которые их подпишут, договорились бы признать целевые установки друг друга и связанные с этим обязательства, что позволило бы выравнять условия для функционирования компаний, действующих на их территориях. Например, совсем недавно ЕС запросил официальный мандат на проведение двусторонних переговоров по вопросу о согласовании его схемы торговли на выбросы CO_2 с такого же рода схемой, действующей в Швейцарии.

2. Ряд стран рассматривает возможность заключения международных отраслевых или секторальных соглашений. Такие соглашения призваны регулировать уровни выбросов в конкретных отраслях экономики. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) одобрила данный подход как жизнеспособную альтернативу международному соглашению. Он особенно уместен применительно к энергоемким отраслям, действующим на глобальном уровне, таким как черная металлургия и алюминиевая промышленность. Цены на их продукцию устанавливаются мировыми товарными рынками, а на уровень их конкурентоспособности оказывает влияние, среди прочего, и законодательство в области защиты окружающей среды, которое у разных стран различно.

3. Несколько стран изучают возможность применения национального законодательства в области защиты окружающей среды по отношению к импорту. В последнее время ЕС придерживается более прагматичных подходов к международным переговорам и значительно понизил свои ожидания на этот счет, продолжая развивать собственное экологическое законодательство. А поскольку это увеличивает издержки европейских компаний, ЕС ищет способы добиться, чтобы аналогичные шаги предпринимали и его торговые партнеры.

Созданная в 2005 году в ЕС первая в мире и самая большая международная система торговли выбросами составляет на сегодня около трех четвертых мирового рынка торговли выбросами углекислого газа. ЕС стремится развивать рынки торговли выбросами в других странах и регионах [6, 7].

На нынешней фазе (2013–2020 гг.) ЕС начала расширять общеевропейские правила квотирования эмиссий на национальные уровни участников ЕС. Получение дотаций будет проводиться на аукционах с учетом

гармоничного размещения объекта. Будут расширяться сектора экономики и виды топлив, к которым будет применяться квотирование. Возрастет финансирование инновационных технологий по возобновляемым источникам энергии, технологиям улавливания и хранения углерода. Внимание будет обращено на объекты, эмиссия на которых может быть измерена и проверена с высокой точностью. По планам ЕС, благодаря принимаемым мерам уровень эмиссии парниковых газов в 2020 году в секторах экономики, охваченных системой квотирования и торговлей выбросами, должен уменьшиться на 21% по сравнению с 2005 годом, а в 2030 году должен быть на 43% ниже уровня 2005 года.

Какие же дополнительные действия предпринимали страны ЕС для снижения выбросов парниковых газов в 2005–2016 годах?

1. В первую очередь, страны ЕС приступили к реализации инициативы, включающей согласование системы лимитов и схему торговли выбросами парниковых газов, налог на энергию, и приняли директиву в отношении выбросов парниковых газов (ПГ) в промышленности. ЕС установил систему торговли выбросами ПГ для своих компаний. Это означает, что каждой из них было разрешено эмитировать строго определенный объем ПГ. Если компания хочет превысить лимит, она должна приобрести права на дополнительную эмиссию.

2. ЕС также приняло решение снижать верхний предел по суммарному количеству выбросов ПГ. Такое снижение будет базироваться на добровольно взятом и юридически оформленном обязательстве ЕС сократить к 2020 году выбросы ПГ на 20% к уровню 1990 года. Согласно сделанному ЕС в конце 2010 года заявлению, общий верхний предел по выбросам ПГ будет установлен в размере 2,039 млрд. т и поделен между 11 тыс. промышленных предприятий и электростанций.

Новая схема ЕС торговли квотами, которая вступила в силу 1 января 2013 года, охватывала большее число секторов промышленности. Сюда, в частности, относятся выбросы CO_2 в нефтехимии, авиации, в производстве аммиака, черных и цветных металлов, включая непрерывную разливку стали на установках мощностью свыше 2,5 т в час. При этом расширялся и перечень ПГ, в отношении которых предусмотрена возможность торговли квотами, например, двуокись азота в производстве кислот и выбросы перфторуглерода в производстве алюминия. Страны ЕС, кроме того, могли в одностороннем порядке решать вопрос о включении в схему торговли других газов или других видов экономической деятельности при условии одобрения соответствующего решения Комиссией сообщества.

Первоначально право на выбросы предоставлялись всем действующим на тот момент компаниям автоматически, и им не надо было платить за это право, кроме платы за превышение лимита выбросов. При этом существовало только требование безвозмездного возврата сэкономленных объемов выбросов окиси углерода, при их наличии на тот момент. Теперь, согласно пересмотренной схеме торговли, права на выбросы будут продаваться с аукциона, и этим компаниям придется платить наравне с новыми.

Подсчитано, что в рамках хорошо функционирующей аукционной системы цена выбросов CO_2 может варьироваться в пределах 20–40 евро за тонну. В рамках

прежней схемы цена колебалась между 1 и 30 евро.

Таким образом, для компаний из стран ЕС стоимость выбросов существенно возросла. Но влияние этого фактора различается от страны к стране, потому что аукционную продажу квот предполагается вводить на национальном уровне. Компании, ведущие деятельность в нескольких странах, будут оплачивать право на выбросы по различным ставкам, в зависимости от общего уровня выбросов, установленного для каждой страны, и спроса по правам на выбросы в соответствующей стране.

Предполагается, что к 2020 году на аукционах в ЕС должно было быть реализовано не менее 70% прав на эмиссию ПГ, а к 2027 году — 100%. Таким образом, предусмотрен переходный период, которым могут воспользоваться все секторы, кроме электроэнергетики. Но чтобы получить право на бесплатные квоты, компаниям придется вначале выйти на показатели, установленные по каждому виду продукции и направленные на использование наиболее чистых и наименее энергоемких технологий. В частности, в процессе разработки этих показателей Комиссия ЕС рассматривает вопрос об установлении стандартной нормы в размере 1,328 т CO_2 на тонну конвертерной стали. Металлурги ЕС уже выражали свою озабоченность, поскольку на практике только предприятия, характеризующиеся самым низким уровнем выбросов (их, как правило, насчитывается 10% от всего числа предприятий в данной отрасли), получают достаточное количество бесплатных разрешений, охватывающих все производимые выбросы. Всем другим придется нести существенные расходы.

Компании-производители электроэнергии не получают бесплатных квот в рамках новой схемы. Это приводит к дополнительному косвенному увеличению их издержек, которые придется перекладывать на плечи других отраслей. Тем самым новая схема по торговле квотами на выбросы ПГ, принимаемая ЕС в одностороннем порядке, повышает уровень издержек производства на предприятиях и заставляет Евросоюз искать способы для выравнивания правил игры в международном масштабе. Кроме того, европейским производителям придется платить налог на потребляемую энергию и выбросы CO_2 . Этот налог должен применяться как к компаниям, которые уже входят в схему торговли квотами, так и к тем, кто пока останется за ее рамками. Пересмотр директивы по налогообложению на использование энергии обоснован тем, что она должна в большей степени отражать цели сообщества по противодействию изменению климата.

Наиболее важной новацией в сфере налогообложения энергии является введение углеродного налога на всей территории ЕС. Речь идет об установлении минимальных налоговых ставок по таким источникам энергии как бензин, уголь, природный газ, когда они используются либо для производства электроэнергии, либо в качестве моторного или обогревающего топлива. В соответствии с предложенной директивой ставка налога будет определена, исходя, во-первых, из уровня выбросов CO_2 и, во-вторых, из фактической энергоемкости. Это означает, что источники энергии с высоким уровнем выбросов CO_2 и низкой энергоемкостью будут облагаться максимальными налогами. В наибольшей степени от этих изменений пострадают предприятия, работающие

на угле или нефти. Комиссия ЕС в настоящее время пытается определить оптимальную налоговую ставку для части налога, соответствующей выбросам CO_2 . Обсуждаемые предложения варьируются между 4 и 30 евро за тонну CO_2 . Независимо от точного размера ставки, введение понятия минимального уровня выбросов CO_2 для исчисления налога приведет к повышению цен на энергоносители на всей территории ЕС.

Еще одна важная законодательная мера затронет те промышленные предприятия, для которых характерны возросшие производственные и адаптационные издержки. В частности, будут еще более строго лимитированы выбросы таких загрязнителей, как двуокись серы, окись азота и находящаяся в воздухе пыль. Действие директивы распространяется, в числе прочего, на ряд производств черной металлургии, оказывающих значительное негативное влияние на окружающую среду. К ним относятся спекание железной руды, производство чугуна и стали, в том числе непрерывная разливка на установках мощностью свыше 2,5 т в день, и плавка в печах производительностью более 20 т в день, обработка металлов с использованием электролитического или химического процессов в чанах объемом свыше 30 м³ и др.

Промышленные предприятия могут эксплуатироваться только при наличии разрешения от властей, которое подтверждает, что они применяют наилучшие из имеющихся технологий. Вместе с тем начатый европейским сообществом процесс зачастую не принимает в расчет грядущие огромные расходы, которые эти меры будут означать для его собственной промышленности, и последствия для уровня конкурентоспособности европейских компаний на мировых рынках.

Энергоемкие отрасли, такие как черная металлургия, производство алюминия и других цветных металлов, особенно уязвимы для этих возросших издержек. Они не только столкнутся с прямыми издержками, связанными с их собственными выбросами, но будут вынуждены оплачивать косвенные издержки поставщиков энергии и сырьевых материалов. Например, исходя из цены в 30 евро за одну тонну CO_2 , указанной в схеме торговли квотами на выбросы, производителям металлического кремния придется платить примерно 120 евро за тонну производимого продукта, чтобы купить права на выбросы. Аналогичным образом, европейским производителям стали в целях компенсации дополнительных издержек придется повысить цены на свою продукцию, по меньшей мере, на 6,5%. Согласно имеющимся расчетам, покупка права на выбросы по цене 30 евро за тонну CO_2 приведет к повышению платы за электроэнергию на 35%, при этом в случае отсутствия разрешения на выбросы стоимость 1 МВт·час составит 62 евро вместо 47 евро. В результате европейские производители стали могут потерять долю рынка, равную 8%, которая отойдет в пользу зарубежных конкурентов. Кроме того, если директива по налогообложению энергии будет реализована, то металлургическим предприятиям придется также платить налог, рассчитываемый на базе энергоемкости топлива, которое они используют в процессе производства.

Наконец, промышленность ЕС столкнется с очень высокими издержками из-за необходимости адаптироваться к наилучшим технологиям. Это может стать особенно обременительным в металлургическом производ-

стве. Компании этой отрасли обычно планируют получение прибылей от капиталовложений в отдаленном будущем и функционируют в более длительных временных рамках, чем предполагают упомянутые выше схемы торговли. Более того, поскольку цены на металлопродукцию, как правило, определяются мировыми рынками, перекладывание роста издержек на плечи их собственных покупателей может оказаться непростым делом. Поэтому возникают очевидные осложнения в плане конкуренции в металлургической отрасли между ЕС и странами, не являющимися членами сообщества.

2. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ

Один из основных инструментов, направленных на снижение эмиссии парниковых газов, является налог на их выбросы и, в частности, налог на выбросы диоксида углерода. Из-за введения налога, у хозяйствующего субъекта возникает стимул к сокращению выбросов загрязняющих веществ, который может реализовываться как за счет изменения существующих процессов, так и за счет использования новых технологий.

Налоги, направленные на снижение выбросов ПГ, могут вводиться в двух общих формах: налоги на выбросы, которые предприятия непосредственно производят, и налоги на товары или услуги, которые, как правило, являются результатом производства, связанного с выбросами ПГ — примером является углеродный налог на бензин.

Другими инструментами экономической политики, являются разрешения (квоты) на выбросы и субсидии (дотации). Программы субсидий обеспечивают государственную финансовую помощь (или налоговые льготы) конкретным видам низкоэмиссионной деятельности или применяющим технологии, имеющие аналогичные функции. Таким образом государство обеспечивает финансовую мотивацию получения конкретного экологически благоприятного исхода (по факту, это отрицательные налоги). Программы субсидий — это по своей природе “затраты” для налогоплательщиков, но они часто более популярны, чем новые налоги, так как рассматриваются скорее как “морковка”, чем как “палка”. Государственные дотации на производство солнечной энергии и на производство ветровой энергии — примеры, когда налоговые льготы используются для стимулирования внедрения технологий использования возобновляемых источников энергии. Эти технологии снижают выбросы парниковых газов и частично вытесняют поколение источников энергии на органическом топливе.

В классической системе регулирования выбросов предполагается, что с помощью системы инструкций и штрафов, используя предписывающие стандарты и требования к организации процесса, уровень выбросов может быть приведен в соответствие с желаемым результатом. В такой системе от эмитента требуют принять конкретные меры по сокращению выбросов путем внедрения конкретной технологии или требуют выполнения конкретных показателей по выбросам (стандарт). Такой подход часто не обеспечивает достаточной гибкости, не принимает во внимание, что различные предприятия сталкиваются с различными вариантами.

В экологической политике к традиционным регулятивным командно-административным подходам добав-

ляют рыночные подходы. При таких подходах каждый регулируемый бизнес самостоятельно выбирает как наиболее экономически эффективно достичь требуемого уровня выбросов загрязняющих веществ.

Один из широко используемых рыночных подходов в странах ЕС — это так называемая система “квотирования и торговли”. При таком подходе вместо установления налога за каждую единицу загрязнения, регулирующий орган определяет общее количество загрязнений, которые будет разрешено выбрасывать. Компании могут покупать и продавать квоты (сертификаты, которые разрешают эмиссию определенного количества выбросов) на выбросы в зависимости от потребностей компаний. Существование ограниченного количества этих квот создает дефицит. Требование, чтобы регулируемые объекты хозяйствования владели достаточным количеством квот, создает спрос на квоты. Если для компании экономичнее сокращение выбросов, чем покупка квот, то компания сократит свои выбросы. Точно так же, если компания может сократить выбросы ниже предъявляемых к ней требований, у нее появляется возможность иметь избыточные квоты, которые могут быть зарезервированы для будущего использования или могут быть проданы на открытом рынке тем фирмам, которые считают снижение выбросов более дорогостоящим мероприятием.

Так как на рынке существует дефицит квот, то бизнес может торговать ими. Квоты, обладая определенной денежной ценностью и торгуясь на рынке, смогут привести к рыночной цене на выбросы парниковых газов. Появление цены обеспечит непрерывный стимул для сокращения выбросов и появления инноваций, поскольку фирмы смогут сэкономить деньги, если они сократят свои выбросы и смогут избежать покупок квот. Некоторые фирмы смогут реально поднять свой доход за счет продажи избыточных квот.

Важно отметить, что налоги на выбросы ПГ и система квотирования и торговли, которая реализуется на аукционах выбросов, имеют потенциал для повышения доходов правительства. Для налога на выбросы ПГ потенциальный доход определяется ставкой налога, умноженной на общее количество выбросов парниковых газов, произведенных в данном году. При использовании программы квотирования и торговли ожидаемые доходы будут зависеть от доли квот, предлагаемых для продажи и цены за квоту на аукционе.

Еще одна программа, аналогичная программе “квотирования и торговли”, называется системой “ограничения базового уровня и кредитования”. В этом подходе устанавливается определенный предел для выбросов, либо с точки зрения абсолютных выбросов либо выбросов в расчете на единицу продукции. Фирмы, у которых эмиссия вредных выбросов ниже базового уровня, имеют возможность создавать кредиты на выбросы и продавать их фирмам, выбросы которых больше, чем установленный для них базовый уровень. Подобная программа также генерирует рынок торговли выбросами парниковых газов.

Во всех рыночных подходах наиболее трудной задачей является оценка стоимости ущерба от загрязнения окружающей среды для общества и расчет величины налога на выбросы углекислого газа.

Налог на выбросы углекислого газа — это косвен-

ный налог на хозяйственную деятельность, в противоположность прямому налогу, который приносит налоговый доход. В экономической теории выбросы загрязняющих веществ рассматриваются как отрицательный внешний эффект (от экономической деятельности), но этот отрицательный эффект не относится непосредственно к стороне, вовлеченной в сделку, что приводит к нарушению рыночных механизмов. Чтобы привлечь внимание общества на эту проблему, было предложено обложить налогом товары (в этом случае углеводородные топлива), которые являются источником отрицательного внешнего эффекта (образующийся углекислый газ), чтобы точно учесть стоимость производства товаров для общества. При таком подходе учитываются издержки, связанные с производством товаров.

Обычно для определения величины углеродного налога используются три различных подхода:

- оценка социальных издержек эмиссии углерода (SCC). Оценка SCC отражает величину глобального ущерба, возникающего за счет эмиссии тонны ПГ. Такой подход включает высокую степень неопределенности так как опирается на официальные прогнозы по экономике, демографическим изменениям, оценке времени жизни двуокиси углерода в атмосфере Земли, степени влияния двуокиси углерода на изменение климата Земли и т.д.;

- оценка стоимости мер снижения удельных выбросов углерода. В этом случае стоимость эмиссии углерода определяется из стоимости мер снижения выбросов углерода до заданного уровня сокращения эмиссии. Как правило, оценка этой стоимости может быть получена на основании удельной стоимости извлечения углерода по имеющейся технологии;

- текущие и будущие оценочные рыночные дотации по эмиссии. Внутренние цены на выброс углерода могут быть основаны на значениях рыночных дотаций на эмиссию.

Во всех трех случаях стоимость выбросов со временем будет возрастать, поскольку будет увеличиваться содержание парниковых газов. В первом случае стоимость выбросов будет возрастать, так как предполагается, что каждая тонна будущей эмиссии парникового газа будет приносить все больший ущерб. Предполагается, что реальный SCC будет увеличиваться с течением времени с темпом порядка (2–4)% в год. В последних двух случаях стоимость выбросов углерода будет возрастать, поскольку снижение удельных выбросов со временем будет становиться все более дорогим.

3. ДРУГИЕ ТИПЫ НАЛОГОВ

Другими налогами, так или иначе связанными с налогами на выбросы углерода, является система “штрафы–скидки”, которая является законодательно регулирующей программой создания шкалы штрафов и скидок к цене покупки хорошего товара, “хорошее” которого основано на каком-то одном аспекте, и политика надеется повлиять на этот аспект. Наиболее часто подход “штрафы–скидка” обсуждается в контексте изменения относительных цен на автомобили, в зависимости от их экономичности и экологических качеств. Примерно аналогичный с налогом на машины с неэкономичным потреблением топлива, налог “штрафы–скидка” пошел на шаг дальше и использует выручку, полученную

от такого налога, чтобы создать субсидии для приобретения любых топливо экономичных товаров. Ввиду того, что эта система как собирает налоги (сборы), так и распределяет скидки (субсидию), такая система может быть использована для обеспечения доходов, не оказывающих влияние на доходы правительства.

Другой аналогичный встречающийся тип налога — “штрафы–дивиденды”. Дивиденды (социальные выплаты), с помощью которых деньги, собранные в виде налога за выбросы CO_2 с одних хозяйствующих субъектов, возвращаются другим хозяйствующим субъектам, выбрасывающим в атмосферу уменьшенное количество углерода или не выбрасывающих вообще (например, возобновляемая энергетика).

Любой из описанных выше подходов может быть трансформирован различными способами для решения конкретных экономических проблем. Кроме того, ни один из подходов, в одиночку, не является панацеей для решения глобального климатического кризиса. Например, могут потребоваться различные государственные подходы в зависимости от конкретного соя рынка, которые должны их решить (например, противоречие интересов между различными хозяйствующими субъектами). Рыночные подходы становятся тем эффективнее, чем больше предприятий и секторов экономики они охватывают. С увеличением количества вариантов (технологий) снижения вредных выбросов, возрастает вероятность, что можно будет выбрать наиболее дешевые из них, и тем самым снизить общие затраты для данного уровня сокращения выбросов.

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИНЯТЫХ МЕР ПО РЕШЕНИЮ ВОПРОСОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

По-прежнему, основной рост (70%) энергопотребления во всем мире обеспечивает ископаемое топливо [8]. Потребление природного газа увеличивается, достигнув рекордной доли в 22% в суммарном энергопотреблении. Использование возобновляемых источников энергии также выросло, составляя около четверти глобального роста энергопотребления, в то время как рост использования ядерной энергии составил 2%. Доля ископаемого топлива в глобальном энергопотреблении в 2017 году осталась на уровне 81%, то есть на уровне, который остается устойчивым больше трех десятилетий, несмотря на устойчивый рост возобновляемых источников энергии.

Рост глобальной эффективности использования энергии замедлился. Снижение количества энергии, расходуемой на производство единицы экономической продукции, составило только 1,7% в 2017 г., что ниже величины этого показателя в 2,0%, зафиксированного в 2016 г. Азиатский регион, вместе с Китаем и Индией, вместе дали более чем 40% роста глобального энергопотребления. Развитые экономики мира внесли больше чем 20% в глобальный рост энергопотребления.

На рисунке 1 приведены распределения по годам величин выбросов CO_2 в атмосферу Земли и среднемесячной концентрации CO_2 в атмосфере Земли. Из приведенного рисунка видно, что в результате человеческой деятельности, по данным на 2017 год, в атмосферу планеты выбрасывалось более 36 миллиардов тонн углекислого газа.

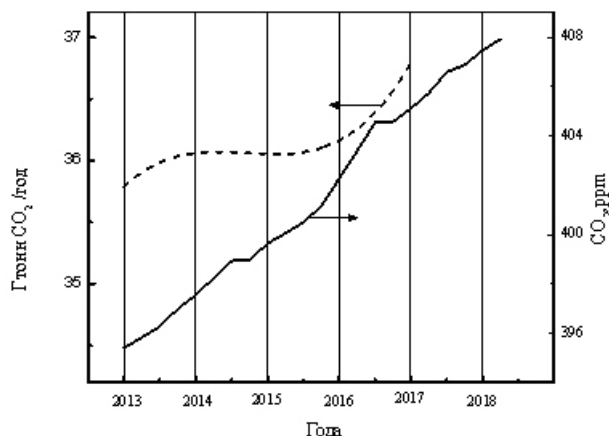


Рисунок 1. Антропогенные выбросы CO_2 в гигатоннах в атмосферу Земли [2, 9]. Изменение среднемесячной концентрации CO_2 в ppm в атмосфере Земли по годам [10, 11].

Показанные на рисунке 1 зависимости демонстрируют одну интересную особенность. На интервале 2014–2016 годов “антропогенная пауза”, связанная с отсутствием роста выбросов двуокси углерода, практически не снижала скорости роста концентрации CO_2 в атмосфере.

Согласно докладу ОЭСР необходимо повышать цены за выбросы углерода намного быстрее, если правительства стран ОЭСР хотят выполнять свои обязательства по сокращению выбросов и замедлению темпов изменения климата в соответствии с Парижским соглашением [12]. Авторы доклада подчеркивают, что сегодняшние налоги на выбросы углерода слишком низки, чтобы оказать существенное влияние на сдерживание изменения климата. Более того, при нынешних темпах роста цен за выбросы углерода в большинстве стран ОЭСР реальные результаты по сдерживанию изменения климата могут быть достигнуты лишь к 2095 году.

Имеется очевидная заминка с реализацией политики повышения цен за выбросы углерода, в связи с чрезвычайной непопулярностью этого налога среди населения [13]. Примеры разных европейских стран показывают, что налог на выбросы углерода не играет ту определяющую роль, которую ему приписывают. Поэтому налог на углерод следует воспринимать как часть продуманной и всеобъемлющей энергетической стратегии, основанной на сильной политической поддержке.

Успехи ряда развитых европейских стран в вопросах снижения выбросов углерода в атмосферу часто связаны не с “декарбонизацией” собственной энергетики, а с сокращением доли промышленного сектора экономики, приобретением товаров, потребляемых на их территориях в других местах. Так на долю сервисных услуг в Швеции приходится 72% ВВП и 80% рабочей силы, а во Франции эти показатели составляют 80% и 76% соответственно. Поэтому и Швеция и Франция как бы передают на “внешний подряд” выбросы парниковых газов, связанные с производством этих товаров. По оценкам Всемирного Фонда дикой природы в 2008 году, 17% выбросов парниковых газов следовало бы добавить к ба-

лансу Швеции и 40% к балансу Франции, чтобы получить чистую общую сумму выбросов. И не могут все страны мира передавать свои выбросы соседям на аутсорсинг.

И даже для Германии, политика “декарбонизации” экономики которой остается неизменной, хотя выбросы в Германии в 2009 году и перестали снижаться, весьма сомнительно, что удастся примирить бесконечный экономический рост с сохранением климата планеты. Поэтому пока развязка экономического роста с выбросами парниковых газов, и в частности с выбросами углерода, представляется иллюзией.

5. ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ CO_2 В АТМОСФЕРУ

Хотя проблема изменения климата на Земле требует дальнейшего детального изучения, нельзя не считаться с проблемой антропогенного влияния на окружающую среду и в первую очередь, ограничению выбросов в атмосферу “парниковых газов”, основным из которых является CO_2 .

В настоящее время реально рассматривать три направления, позволяющих существенно сократить выбросы CO_2 в атмосферу:

1. Энергосбережение у потребителя энергии.

Работы, выполненные в конце 80–х годов в рамках сотрудничества между АН СССР и НАН США по проблеме энергосбережения у потребителя, демонстрируют большие возможности этого направления.

Основными отраслями, где имеются потенциальные возможности существенного снижения потребления энергии за счет использования передовых технологий, являются: жилищный и коммунально-бытовой сектор, производство цемента и алюминия, химическая промышленность, транспорт и электротехника.

2. Повышение эффективности использования органических топлив при производстве энергии.

Исследования и разработки ОИВТ РАН показали, что возможности этого направления далеко не исчерпаны и позволяют в ряде случаев снизить потребление топлива, а, следовательно, и выбросы CO_2 на единицу вырабатываемой энергии, за счет совершенства энергетической технологии или комплексного энерготехнологического метода использования топлив с одновременным производством энергии и синтетического жидкого моторного топлива и другой ценной продукции (синергетический эффект) [14, 15].

3. Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии.

Хотя эти источники энергии в настоящее время не могут конкурировать с традиционными источниками энергии на природном газе и угле, прогресс, достигнутый за последние годы, свидетельствует о значительном потенциале их применения, особенно в ряде регионов, где их использование фактически является безальтернативным.

В технической литературе содержатся сведения о разработке различных технологий по так называемому “секвестированию” CO_2 в энергетических установках на органических топливах.

Однако при этом остается нерешенной главная проблема — куда девать CO_2 ?

Предлагаемые в литературе методы закачки CO_2 в пустоты земной коры или на большие глубины мирового океана не могут быть использованы в качестве конкретных способов, т.к. пока отсутствуют серьезные проработки по оценке их стоимости и экологических последствий [16].

Тем не менее, эти данные могут служить критерием для оценки эффективности большого количества предлагаемых экзотических технических решений использования органических топлив с получением концентрированного CO_2 .

6. ВЫВОДЫ

1. Анализ большого количества литературных источников, посвященных проблеме сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу, демонстрирует невозможность установления однозначного выбора конкретных действий в виде штрафных санкций или других административных мер, применяемых к виновнику этих выбросов.

2. Введение штрафных санкций в пределах ограниченного числа стран, при их отсутствии у большей части стран, ответственных за основную массу выбросов CO_2 в атмосферу, нелогично и несправедливо в связи с нанесением этим странам серьезного экономического ущерба.

3. Введение штрафных санкций за выбросы CO_2 обладает еще одним недостатком: за счет полученных штрафов от большого числа промышленных предприятий собирается большая денежная масса, которая не может быть использована для реализации экологически чистых технологий ни по техническим, ни по экономическим возможностям, и существует высокая вероятность экономического ущерба стране.

4. Тем не менее, для стимулирования реализации технологий более эффективного использования органических топлив и возобновляемых источников энергии, следует вводить экономические привилегии, пропорциональные сокращению выбросов CO_2 в атмосферу на единицу выпускаемой продукции по сравнению с альтернативным вариантом. Эти привилегии могут быть в виде государственных дотаций (бонусов), вводимых каждой страной независимо, исходя из собственных возможностей и государственных интересов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке Фонда РФФИ, Грант 18-08-00101.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. IPCC 2014 Climate change 2014: Synthesis report URL https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf
2. GCP 2018 Global carbon project: Global carbon budget URL <http://www.globalcarbonproject.org>
3. ООН 2015 Рамочная конвенция об изменении климата, fccc/cp/2015/1.9 URL <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/rus/109r.pdf>
4. Höhne N *et al* 2015 Mitigation commitments and fair effort sharing in a new comprehensive climate agreement starting 2020 URL <https://newclimate.org/wp-content/uploads/2015/11/20151124-uba-report-final.pdf>
5. Gillingham K, Nordhaus W, Anthof D, Blanford G, Bosetti V, Christensen P, McJeon H, Reilly J and Sztorc P 2015 Modeling uncertainty in climate change: A multi-model comparison: Mit joint program on the science and policy of global change, rep. 290 URL https://globalchange.mit.edu/sites/default/files/MITJSPGC_Rpt290.pdf
6. European C 2013 The eu emissions trading system (eu ets): Climate action URL https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en
7. Rayner T and Jordan A 2016 *Climate Change Policy in the European Union* (Oxford University Press, Oxford)
8. IEA 2017 World energy outlook 2017 URL <https://www.iea.org/weo2017>
9. IEA 2018 Global energy and CO_2 status report — 2017 URL <https://webstore.iea.org/global-energy-co2-status-report-2017>
10. ESRL N 2019 Trends in atmospheric carbon dioxide URL <https://www.esrl.noaa.gov/gmd>
11. NASA 2018 Global climate change: Carbon dioxide URL <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide>
12. OECD 2018 *Effective Carbon Rates 2018: Pricing Carbon Emissions Through Taxes and Emissions Trading* (Paris: OECD Publishing)
13. Flipo F 2018 Debate: Carbon tax: An optical illusion URL <https://blogrecherche.wp.imt.fr/en/2018/03/28/debate-carbon-tax>
14. Фаворский О Н, Батенин В М, Масленников В М, Кудрявый В В и Филиппов С П 2016 *Вестник Российской Академии наук* **86** 867–72
15. Батенин В М, Масленников В М, Штеренберг В Я и Гордин К А 2018 *ДАН РАН* **483** 506–09
16. Haszeldine R S, Flude S, Johnson G and Scott V 2018 *Philos. Trans. R. Soc., A* **376** 20160447