

ТРАНСГРАНИЧНОЕ УГЛЕРОДНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЕС КАК ИНСТРУМЕНТ ГЛОБАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В.Г. Варнавский

Аннотация. Рассматривается система управления выбросами парниковых газов (ПГ), которая включает в себя международную компоненту и предусматривает введение платежей при импорте углеродоемких товаров. В качестве примера проанализирован механизм трансграничного углеродного регулирования Европейского союза (англ. *Carbon Border Adjustment Mechanism*, СВАМ), который должен начать реализовываться в 2023 г. Показан его глобальный охват по числу стран и компаний. Дан подробный обзор имеющейся научной литературы по математическим методам анализа и оценки последствий применения СВАМ для социально-экономического развития. Отмечается, что трансграничное регулирование выбросов ПГ предоставляет широкие возможности для применения математических методов анализа, проведения расчетов и моделирования. Выделены классы моделей для исследования СВАМ, такие как DSGE-модели, межстрановые межотраслевые балансы, игровые модели и пр. Показаны их возможности для проведения экономического анализа. Особое внимание уделено моделям анализа глобальных производственных цепочек. По нормативным документам ЕС составлена блок-схема системы управления в СВАМ, дан анализ ее основных блоков, участников и связей. Представлена и проанализирована математическая модель, которая используется Евросоюзом для проведения расчетов выбросов ПГ. Сделан вывод о том, что с введением СВАМ фундаментальная и прикладная экономическая наука получают новую, широкую предметную область экономико-математических исследований, в том числе и по управлению трансграничными рынками ПГ.

Ключевые слова: трансграничное углеродное регулирование, выбросы парниковых газов, Европейский союз, глобальное управление, модели, математические методы.

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая политика по углеродному регулированию и управлению выбросами парниковых газов (ПГ) начала складываться в мире под эгидой ООН еще в 1970-е гг. (Декларация Конференции Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среды, 1972 г.; Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, 1979 г.). За прошедшие с тех пор десятилетия были и серьезные прорывы в решении климатической проблемы, и достижения, в частности, в сфере энергосбережения, энергоэффективности, в снижении удельных выбросов ПГ в расчете на одного жителя планеты и на единицу мирового валового внутреннего продукта. Наблюдались и провалы, прежде всего связанные с неоправдавшимися прогнозами Римского клуба в отношении решения глобальных проблем человечества и с

«утечкой углерода» (*carbon leakage*), под которой понимаются два взаимосвязанных процесса. С одной стороны, это вызванный жесткой климатической политикой одних стран перенос производства в другие страны с менее жесткими ограничениями на выбросы. С другой – это увеличение импорта более дешевой продукции, в том числе по причине низкого углеродного налога в зарубежных, чаще всего – развивающихся странах [1, с. 89].

В 2000-е гг. концепция регулирования отношений в сфере хозяйственной деятельности, которая сопровождается выбросами ПГ, получила дальнейшее развитие в форме монетизации выбросов и создания рынков парниковых газов. Первым в мире систему торговли выбросами реализовал Европейский союз (ЕС). Произошло это в 2005 г., когда в странах союза была введена система платежей за выбросы ПГ – The European Union Emissions Trading System (EU ETS). Тем самым, было поло-

жено начало созданию рынка парниковых газов на европейском пространстве. В последующем на основе межправительственных соглашений к этой системе присоединились также Норвегия, Исландия и Лихтенштейн [2, с. 18].

В настоящее время EU ETS покрывает примерно 36 % выбросов парниковых газов в странах-участницах [3, с. 5]. Для нее создана мощная система управления, мониторинга и контроля, которая включает органы государственной власти, структурные подразделения производственных предприятий, ответственных за участие в EU ETS, брокерские, посреднические, аудиторские и иные компании.

Апробированную в течение полутора десятилетий систему EU ETS предполагается распространить на отслеживание выбросов ПГ в процессе производства продукции, включая добычу сырья, использование энергии, материалов, полуфабрикатов и других промежуточных продуктов («углеродного следа») в импортируемых в ЕС товарах в форме трансграничного углеродного регулирования (англ. *Carbon Border Adjustment Mechanism*, СВАМ). Соответствующее предложение направлено Европейской комиссией на согласование в другие руководящие органы союза и в страны-участницы 14 июля 2021 г. [1] (далее – базовый документ). Реализация этого предложения должна начаться в 2023 г.

Механизм СВАМ глобален по своему охвату стран и компаний. География экспортеров в ЕС продукции «грязных» отраслей, подпадающих под его действие уже на первом этапе, т. е. с 2023 г., – это почти весь мир: железо и сталь поставляют в ЕС 160 стран, алюминий – 175, цемент – 86, удобрения – 98 (рассчитано по данным портала Trade Map [4]).

Цель данной статьи состоит в анализе СВАМ как первой и единственной пока в международной практике системы глобального управления выбросами парниковых газов. Автор ставит перед собой следующие конкретные задачи: обоснование глобального характера СВАМ и построение блок-схемы системы управления СВАМ с характеристикой ее основных элементов и связей между ними; обобщение современных подходов к моделированию регулирования трансграничных выбросов; обзор математических методов и моделей, используемых для оценки экономических эффектов от введения СВАМ; анализ математической модели определения выбросов в рамках СВАМ.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Концепция использования рынка в сфере выбросов ПГ была предложена и разработана в 1960-е гг. экономистом из США Томасом Крокером и канадцем Джоном Дейлсом [5]. Согласно их подходу, государство выдает разрешения компаниям «грязных» отраслей и производств на определенный объем выбросов. Дж. Дейлс тогда же предложил точный, с точки зрения автора, термин для характеристики нового инструмента регулирования выбросов – «рынки прав на загрязнение», гораздо более корректный и соответствующий действительности, чем используемые сейчас в российской науке понятия «торговля выбросами» или «торговля квотами на выбросы» по одной простой причине – выбросы не являются товаром и, соответственно, торговать ими нельзя. Указанная концепция Т. Крокера и Дж. Дейлса стала одним из важных направлений теории социальных издержек, сформулированной также в начале 1960-х гг. Рональдом Коузом, который получил за нее Нобелевскую премию в 1991 г.

Однако до сих пор вопрос о том, насколько подход, основанный на рыночных правах, может применяться для повышения эффективности экологического регулирования, остается открытым. Пока не доказано, является ли прямое государственное налогообложение загрязняющих экологию компаний менее или более эффективным в сравнении с рынком выбросов.

Идея управления выбросами в международной торговле или трансграничного мониторинга и контроля парниковых газов в импортируемых товарах СВАМ обсуждалась в ЕС и в мире более десяти лет, еще со времен кризиса 2008–2009 гг. Но формально она была заявлена в 2019 г. в составе так называемой «Зеленой сделки» (*The Green Deal*) [6] и сразу вызвала оживленную дискуссию о возможностях и легитимности трансграничного регулирования. Главной темой обсуждения стало установление фактического контроля ЕС в части эмиссии ПГ за предприятиями в третьих странах, т. е. находящихся вне юрисдикции Брюсселя.

В основе торговли выбросами лежит широко применяемый в рыночной экономике принцип «ограничения и торговли» (*cap-and-trade*) [2, с. 5]. Заключается он в том, что правительство устанавливает верхний предел допустимых выбросов ПГ в виде квот, которые бесплатно или за деньги предоставляются компаниям, осуществляющим выбросы



ПГ в атмосферу. Если компания производит выбросов меньше выделенной квоты, она может продавать их излишки на рынке, если больше – приобретать соответствующие сертификаты (разрешения) по рыночным ценам. Теоретически это создает ситуацию, в которой выбросы будут сокращены благодаря тому, что компании проводят оптимальную и наиболее экономически эффективную инвестиционную политику.

Тем самым реализация принципа «ограничения и торговли» и введение системы управления выбросами в международной практике открывает широкие возможности для проведения разнообразных фундаментальных и прикладных исследований с применением математических и численных методов моделирования углеродного рынка, проведения имитационных, оптимизационных, прогнозных расчетов. Цели создаваемых моделей могут быть самыми различными – от оценки эффективности государственной экономической политики в области углеродного регулирования до решения практических задач бизнеса по снижению издержек по уплате трансграничного углеродного налога. Компании, заинтересованные в получении дополнительных доходов, могут разрабатывать оптимальные рыночные стратегии углеродных платежей, позволяющие им не только минимизировать соответствующие расходы, но и зарабатывать на торговле выбросами.

Предпосылки широкого использования математического инструментария в решении задач трансграничного углеродного регулирования просматриваются уже на уровне концептуальных положений трансграничной торговли выбросами. В теории цели международного рынка выбросов заключаются в том, чтобы, прежде всего, добиться снижения выбросов парниковых газов экономически эффективным способом с помощью межстрановой конкуренции и, кроме того, стимулировать инвестиции производственных компаний в технологии, снижающие выбросы ПГ.

Принцип «ограничения и торговли» предопределяет проведение анализа разнообразных игровых, имитационных, оптимизационных ситуаций и широкое использование соответствующих моделей в процессе выработки и принятия компаниями инвестиционных решений. Кроме производственных компаний, участвующих в EU ETS, математические методы и инструментальные средства активно применяются другими субъектами рынка выбросов – брокерами, финансовыми игроками, консалтинговыми фирмами, многочисленными посредника-

ми, которые в большом количестве появились в ходе монетизации выбросов в ЕС.

В последние годы число публикаций по тематике трансграничного углеродного регулирования возрастает по экспоненте. Это статьи в журналах, доклады исследовательских институтов и центров, исследования по заказам правительств, производственных компаний, банков. В то же время вопросам глобального управления в связи с введением СВAM не уделяется должного внимания ни за рубежом, ни в России. А именно в этой плоскости находится принципиальное отличие механизмов регулирования международной торговли до и после введения СВAM.

В данной статье анализируется пока единственная в мире, глобальная по своим масштабам система трансграничного углеродного регулирования и контроля за производственными процессами в зарубежных странах, планируемая к созданию в ЕС.

2. СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

В экономической литературе подробно анализируются многие аспекты СВAM. За рубежом опубликованы крупные обзоры литературы по трансграничному регулированию выбросов ПГ (включающие сотни обработанных источников и десятки проанализированных моделей [7, 8]), по налогам при моделировании трансграничных цепочек поставок (более 70 источников) [9], по другим темам.

Российские исследователи основное внимание уделяют качественному анализу трансграничного углеродного регулирования, раскрытию его содержания (см., например, работу [10]). Дебаты в ЕС по проблемам СВAM подробно исследованы в отечественной публикации [11]. Активно изучаются также последствия и риски для компаний из России, вывозящих свою продукцию в ЕС (см., например, работы [12, 13]).

Ведущие европейские исследовательские и консалтинговые центры получают оценки главным образом на основе проведения количественного анализа с использованием широкого спектра математических и инструментальных средств – от сложных, многопараметрических расчетно-вычислительных систем типа межстрановых межотраслевых балансов и стохастических уравнений до относительно простых игровых, графических и иных моделей. Как справедливо отмечается в одном из исследований мюнхенского Института Ifo в отношении СВAM, «затраты и выгоды должны

быть тщательно оценены и, по возможности, определены количественно на основе наилучших доступных методов» [14, с. 23].

Межстрановое регулирование выбросов ПГ при производстве импортируемой продукции, так же, как и национальные системы контроля, предоставляет широкие возможности для применения математических методов анализа, проведения расчетов и моделирования. Так, для оценки воздействия изменений внешнеторговой политики на окружающую среду, а также на производство, потребление, инвестиции, структуру экономики и другие экономические показатели строятся достаточно сложные динамические стохастические модели общего равновесия (англ. *Dynamic Stochastic General Equilibrium*, DSGE-модели) [15–17].

Наиболее широкое распространение из-за своего межотраслевого характера получил класс DSGE-моделей, основанных на межстрановых межотраслевых балансах большой размерности, связывающих национальные таблицы «затраты – выпуск» с экспортно-импортными потоками в двусторонней торговле товарами и услугами. Такие модели позволяют провести имитационные и прогностические расчеты по оценке влияния углеродных платежей в одной стране на внешнюю торговлю, экономическое положение и состояние отраслей в других странах. Так, в статье [15] построена DSGE-модель для США, позволившая авторам сделать вывод, что трансграничное углеродное регулирование является более эффективным механизмом для смягчения «утечки углерода», чем другие направления климатической политики в США.

В статье [16] с использованием расширенной DSGE-модели с помощью таблиц «затраты – выпуск» GTAP¹ [18] оцениваются последствия как применения СВАМ, так и возможных ответных мер со стороны торговых партнеров. Представлены результаты моделирования по четырем сценариям, вызывающим общие изменения в мировой торговле энергоносителями по странам. Модель дает оценки для многих переменных производства и торговли.

В исследовании ЮНКТАД [17] на основе DSGE-модели и базы данных GTAP изучаются воздействие СВАМ на международную торговлю, выбросы углекислого газа (CO₂), доходы и занятость с акцентом на развивающихся странах. Показано, что введение платы за выбросы в сочетании с

¹ База данных GTAP разработана и поддерживается Центром глобального анализа торговли университета Пердью (США). В последней версии от 2017 г. она содержит информацию о двусторонней торговле 140 стран мира по 57 товарным группам и отраслям.

СВАМ помогает сократить эмиссию ПГ как внутри ЕС, так и за его пределами [17, с. 13].

Моделирование рисков для развивающихся стран от введения СВАМ проводится в ряде работ [19–21].

В плане глобального управления наиболее важной изучаемой проблемой является соответствие вводимого механизма СВАМ нормам и правилам ВТО (см., например, работу [22]). Предложения по регулированию трансграничного углеродного следа с участием институтов ООН, ВТО, международных соглашений по климату содержатся в работе [23].

При изучении проблем глобального управления основным инструментом количественного анализа выступают также DSGE-модели. В исследовании [24] с использованием такой модели дана количественная оценка экономических и экологических последствий реализации различных вариантов СВАМ для разрешения дилеммы между соблюдением правил ВТО и приемлемостью нового механизма регулирования. Используя DSGE-модель, включающую несовершенную конкуренцию, глобальные цепочки создания стоимости, выбросы парниковых газов и эндогенную цену квот на выбросы, авторы показали, в частности, что СВАМ должен дать уменьшение «утечки углерода». Но одновременно происходит увеличение цены квот на выбросы на рынке EU ETS.

Широко исследуются с помощью математических моделей и политические аспекты СВАМ. Так, в статье [25] изучается, какие страны с наибольшей вероятностью будут политически противодействовать этому механизму. Инструментальным средством выступает созданная авторами модель многомерного индекса противодействия (оппозиции) СВАМ, построенного с использованием таких показателей, как объем торговли с ЕС, углеродоемкость, тяжбы и споры в ВТО, внутривосточное общественное мнение об изменении климата, способность к инновациям.

Значительное место в спектре публикаций по проблематике СВАМ занимают исследования, посвященные глобальным цепочкам поставок [9, 26, 27].

В статье [26] предложена глобальная модель цепочек поставок с выделением блока выбросов ПГ. На частном примере модели из розничного продавца в стране-импортере с регулируемыми выбросами и поставщика в стране-экспортере, в которой выбросы не регулируются, получены равновесные решения и изучено влияние углеродного тарифа на глобальный контроль выбросов. Проведя аналитическое исследование и математические



расчеты, авторы пришли к выводу, что тариф на выбросы углерода при определенных обстоятельствах не обязательно сокращает глобальные выбросы.

При исследовании проблем СВАМ нашли широкое применение игровые модели. Такая модель используется, например, в оценке потенциального эффекта СВАМ для Китая [28]. В исследовании [27] представлена модель стимулирования компаний к сокращению выбросов CO₂ в двухзвенной цепочке поставок в условиях регулирования торговли, в которой есть один продавец и один покупатель. Предложено четыре стратегии стимулирования снижения выбросов. На основе игровых моделей получены равновесные решения по всем стратегиям. Путем сравнений и анализа авторы пришли к выводу, что высокая осведомленность потребителей о низком уровне выбросов углерода может повысить стимул производителя к сокращению выбросов углерода, тем самым увеличивая прибыль обоих участников цепочки поставок.

3. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СВАМ

Управление выбросами в современной экономике – это сложный комплекс инструментов: нормативно-правовых (законов, регламентов, стратегий, программ, других нормативных актов) и организационно-институциональных (органов управления, комитетов и комиссий как на национальном, так и на отраслевом уровнях). Он включает обширный набор инструментов по регулированию хозяйственной деятельности всех отраслей и производств. Его основные цели – сокращение выбросов ПГ, развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ), повышение энергетической эффективности.

Carbon Border Adjustment Mechanism Европейского союза – не только новый, но и уникальный инструмент глобального управления, мониторинга и контроля за производственными процессами в компаниях, размещенных на территории государств, находящихся вне юрисдикции ЕС (вопрос международно-правовой легитимности управления и контроля со стороны ЕС выбросов в производственных компаниях в третьих по отношению к союзу странах в данной статье не рассматривается; подробнее см., например, работу [23]).

Система управления СВАМ громоздкая, сложная, но в общем логичная, она представлена на рисунке. Основными элементами системы являются:

- Европейская комиссия,
- Комитет СВАМ Европейской комиссии,
- правительства стран – членов ЕС,

- уполномоченные (компетентные) органы правительств стран ЕС,
- таможенные органы,
- компании-импортеры и уполномоченные ими декларанты,
- аккредитованные верификаторы,
- компании – производители/экспортеры в ЕС (в терминологии СВАМ – операторы установок).

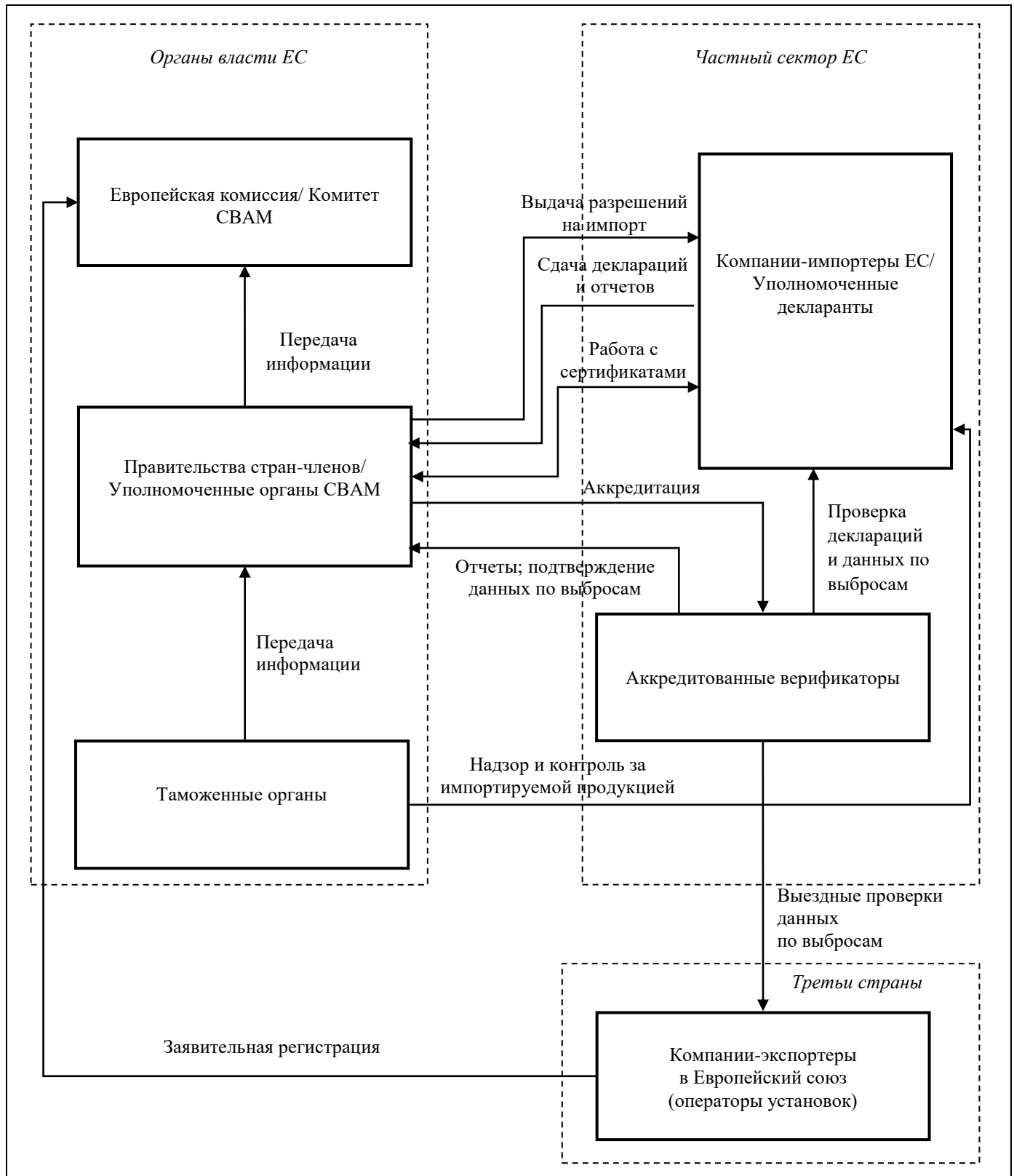
Европейская комиссия выступает главным администратором (*Central administrator*) СВАМ. В ее обязанности входит сопровождение СВАМ, обеспечение координации деятельности соответствующих уполномоченных (компетентных) национальных органов, создание и ведение общедоступной центральной базы данных по СВАМ, содержащей, в частности, наименования, адреса и контактные данные компаний – производителей импортируемой продукции, местоположение их производственных установок, ведение регистрационного журнала транзакций по покупке сертификатов СВАМ и др.

Комитет СВАМ Европейской комиссии создается для осуществления непосредственной работы по СВАМ при общем руководстве Европейской комиссии.

Правительства стран – членов ЕС будут непосредственно заниматься организацией СВАМ на своих территориях. В их ведении находится также контроль и надзор за СВАМ. Они будут иметь право накладывать штрафные санкции на компании-импортеры, принимать решения об административных или уголовных наказаниях за несоблюдение законодательства по СВАМ.

Уполномоченные (компетентные) органы (*Competent authorities*) создаются правительствами стран – членов ЕС. В их ведении находятся следующие вопросы: создание, поддержание национальных баз данных по СВАМ; ведение разнообразных реестров СВАМ, их счетов и решений, касающихся разрешений на импорт; выдача и отзыв таких разрешений; обеспечение жизненного цикла сертификатов СВАМ; аккредитация верификаторов; прием деклараций по СВАМ и работа с ними; передача информации в Комитет СВАМ.

Таможенные органы осуществляют надзор и контроль за импортируемой продукцией, проверку декларантов и документов на ввоз товаров на территорию ЕС, передают информацию о товарах, заявленных для импорта, в компетентный орган государства – члена ЕС. Они не допускают ввоз товаров, если декларант не уполномочен на то компетентным органом, периодически передают подробную информацию о заявленных для импорта товарах компетентному органу.



Блок-схема системы управления СВАМ

Уполномоченный декларант (*authorised declarant*, декларант) – лицо, уполномоченное компанией – импортером в ЕС товаров на ведение всей деятельности в рамках СВАМ. Декларант работает

с компетентными (уполномоченными), а также с таможенными органами, должен быть зарегистрирован компетентным органом и получить от него разрешение на проведение импортных операций по



задекларированной группе товаров. На декларанта ложатся транзакционные издержки по подаче заявок на получение разрешений на импорт товаров, составлению ежегодных деклараций СВAM, обеспечению проверок выбросов аккредитованными верификаторами, составлению отчетов и т. д. Он должен производить платежи по СВAM от лица компании-импортера, осуществлять мониторинг рынка EU ETS, чтобы по минимальной цене приобретать сертификаты СВAM, цена на которые привязывается к результатам торгов на EU ETS. Данные по выбросам произведенной за рубежом и ввезенной в ЕС продукции должны быть подтверждены аккредитованными верификаторами. Ежеквартально декларант обязан предоставлять компетентному органу отчет по СВAM. Вся эта деятельность ложится дополнительным бременем на импортеров продукции в ЕС и уполномоченных ими декларантов.

Операторы установок (*Operators of installations*) – любые зарубежные лица в третьих (не входящих в ЕС) странах, управляющие производственными установками или контролирующие их ([1], см. 3). По сути – это иностранные компании вне ЕС или уполномоченные ими лица, экспортирующие в союз продукцию, подпадающую под действие СВAM.

Одним из принципиальных положений СВAM является заявительная регистрация операторов установок в Европейской комиссии. Этому вопросу посвящена статья 10 базового документа по СВAM, в которой указано, что такая регистрация производится по заявлению, в котором оператор установки предоставляет информацию о себе, о видах своей деятельности, а также о мощностях (установках, оборудовании, технических единицах), на которых выпускается продукция, подпадающая под действие СВAM. Пункт 1 данной статьи гласит: «Европейская комиссия по просьбе оператора установки, расположенной в третьей стране, регистрирует информацию об этом операторе и его установке в центральной базе данных» [1, с. 32]. Регистрация добровольная и является правом, а не обязанностью иностранного производителя. В любой момент по заявлению оператора информация о нем должна быть удалена из базы данных ЕС.

В то же время п. 5 этой же статьи обязывает оператора определять по товарам, произведенным на зарегистрированной установке, так называемые «встроенные выбросы» (*embedded emissions*, см. ниже), рассчитанные в соответствии с методами, изложенными в нормативных документах ЕС, и обеспечить, чтобы упомянутые «встроенные выбросы» были удостоверены аккредитованными верификаторами.

Перед Европейской комиссией ответственность в рамках СВAM несет декларант, а не оператор. Это и понятно – юрисдикция ЕС не распространяется на компании третьих стран. Но, с другой стороны, декларант не располагает полной и достоверной, подкрепленной технической документацией, информацией по производственным мощностям, установкам и выбросам оператора. Такая информация может быть получена только от компании – производителя продукции, импортируемой декларантом. И не только получена, но и проверена аккредитованным верификатором. Однако, если оператор не регистрируется в Европейской комиссии (поскольку это его право), то каким образом декларант должен получать информацию по производственным установкам компаний третьих стран и производимым на них выбросам, остается пока неясным. Это вопрос не регламентируется в базовом документе СВAM.

Аккредитованные верификаторы (далее – верификаторы). Широкие полномочия в рамках СВAM, в том числе и по отношению к зарубежным операторам установок, имеют аккредитованные верификаторы ЕС. Они проверяют и удостоверяют данные по выбросам, предоставленные декларантами. Но самое важное – им вменяется в обязанность проведение ежегодных проверок выбросов в компаниях-производителях из третьих стран. В пункте 1 (с) Приложения V базового документа, сказано: «посещение установки проверяющим должно быть обязательным, за исключением случаев, когда соблюдены конкретные критерии для отказа от посещения установки» [1, Annex V, 1(c)].

Отчет верификатора о проверке промышленной установки на территории третьей страны должен включать, в частности, следующую информацию [1, Annex V, 2]:

- идентификация установки, на которой были произведены товары;
- контактная информация оператора установки;
- соответствующий отчетный период;
- имя и контактная информация проверяющего;
- идентификационный номер аккредитации, название органа по аккредитации;
- дата посещения установки (если применимо) или причины отказа от посещения установки;
- количество каждого вида заявленных товаров, произведенных за отчетный период;
- прямые выбросы установки за отчетный период;
- описание того, как выбросы установки относятся к различным видам товаров;
- количественная информация о товарах, выбросах и потоках энергии, не связанных с этими товарами;

- в случае сложных товаров:
 - количество использованных исходных материалов (прекурсоров);
 - удельные воплощенные выбросы;
 - в случае использования фактических выбросов: идентификация установки, на которой был произведен исходный материал, и фактические выбросы от производства этого материала;
- заключение по проверке;
- информация о существенных искажениях, обнаруженных и не исправленных (где это применимо);
- информация о несоответствиях правилам расчета, изложенным в Приложении III, где это применимо (*имеется в виду Приложение III базового документа [1] – прим. авт.*).

В итоге, насколько эффективной окажется вся эта громоздкая система управления СВAM, и что будет с «утечкой углерода» из ЕС пока остается неясным. Суммы доходов компетентных органов стран – членов и ЕС от СВAM, содержащиеся в многочисленных исследованиях, проведенных по заказу ЕС и в инициативном порядке, еще ни о чем не говорят, поскольку экономическая эффективность для экономики в целом и интегральные издержки для компаний никем не подсчитаны и не оценены.

4. МОДЕЛЬ

При всей сложности институциональной структуры управления и документооборота расчетная модель определения выбросов проста, линейна и включает всего несколько алгебраических уравнений в зависимости от типа товаров.

Базовой категорией являются выбросы углекислого газа (CO_2) или других парниковых газов в эквиваленте CO_2 . Выбросы делятся на прямые и косвенные. Прямые выбросы (*direct emissions*) – выбросы в результате производственных процессов, над которыми производитель имеет прямой контроль, это его собственные выбросы. Косвенные выбросы (*indirect emissions*) – выбросы при производстве сырья, полуфабрикатов, комплектующих, материалов и т. д., которые использованы при выпуске продукции. Прежде всего, в расчет идет электроэнергия, затраты на отопление и охлаждение, которые потребляются в процессе производства товара и имеют наибольшие удельные выбросы в сравнении с остальной промежуточной продукцией. До 2026 г. косвенные выбросы в регулирование не включаются.

Важной категорией являются также воплощенные (варианты перевода: включенные, встроенные)

в импортируемых товарах выбросы (*embedded emissions*) (см. [13, с. 104]). Это выбросы, выделяемые в процессе производства товаров и рассчитанные в соответствии с методами, изложенными в Приложении III основного документа СВAM [1]. Воплощенные выбросы определяются техническими характеристиками, зафиксированными в паспортах производственных установок.

Удельные воплощенные выбросы (*specific embedded emissions*) – воплощенные выбросы в расчете на 1 т произведенной продукции.

Фактические выбросы (*actual emissions*) – выбросы, рассчитанные на основе первичных данных, полученных в процессе производства товаров [1, с. 27].

В целях учета выбросов товары делятся на простые и сложные. Наиболее распространенным типом товаров является группа простых товаров. Именно они подпадают под действие СВAM на начальном этапе.

Простые товары (*simple goods*) – это товары, производство которых требует исходных материалов и топлива с нулевыми встроенными выбросами. В документе [1] принято пять таких товаров: цемент, удобрения, железо и сталь, алюминий и электроэнергия.

Сложные товары (*complex goods*) – товары, при производстве которых используются другие простые товары. На них действие механизма СВAM будет распространено на последующих этапах.

Для определения удельных воплощенных выбросов простых товаров учитываются только прямые выбросы. Формула их расчета такова:

$$SEE_g = \frac{AttrEm_g}{AL_g},$$

где SEE_g – удельные воплощенные выбросы парниковых газов в эквиваленте CO_2 в расчете на 1 т простого товара g ; $AttrEm_g$ – выделяемые при производстве товара g прямые выбросы парниковых газов в тоннах эквивалента CO_2 ; AL_g – объем производства товара g в тоннах (здесь и далее в статье сохранены обозначения показателей из источника [1]).

Для определения фактических воплощенных выбросов сложных товаров SEE_g в расчете на 1 т также учитываются только прямые выбросы. Для их вычисления применяется уравнение

$$SEE_g = \frac{AttrEm_g + EE_{InpMat}}{AL_g},$$

где EE_{InpMat} – воплощенные выбросы исходных материалов (*embedded emissions of the input materials*),



потребленных в процессе производства, которые рассчитываются по формуле

$$EE_{ImpMat} = \sum_{i=1}^n M_i \cdot SSE_i,$$

где M_i – масса исходного материала i , которая использована в производственном процессе; SSE_i – удельные воплощенные выбросы при производстве исходного материала i ; n – число исходных материалов.

Компания-экспортер (оператор установки) в своей декларации должна использовать величину выбросов, полученную на установке, на которой был произведен исходный материал, при условии, что данные по этой установке могут быть надлежащим образом измерены.

Таким образом, общая формула для определения воплощенных выбросов EE_p продукта p в цепочке создания стоимости в восходящем потоке, где индекс i указывает на исходные материалы, может быть выражена следующим образом:

$$EE_p = EM_p + IE_p + \sum_{i=1}^n MC_i (EM_i + IE_i),$$

где EM_p – прямые выбросы в процессе производства продукта p ; IE_p – косвенные выбросы; MC_i – масса исходного материала i , которая использована для продукта p ; EM_i – прямые выбросы и IE_i – косвенные выбросы при производстве 1 т материала i ; n – число исходных материалов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом можно сделать вывод, что с введением трансграничного углеродного регулирования исследовательская и прикладная наука получают новую, широкую предметную область исследований, в том числе и по управлению трансграничными рынками ПГ.

Система управления СВМ в основном работоспособна и целесообразна. Она служит целям принятой ООН международной климатической политики. Модель расчета выбросов для различных товаров также является корректной. В системе управления не просматриваются недостаточные или избыточные по функциям управляющие звенья. Ее аналог – система EU ETS – функционирует в течение 15-ти лет и апробирована на практике.

Однако реализация системы управления СВМ может столкнуться с рядом серьезных проблем, обусловленных международно-правовой природой возникающих отношений:

- Введение тарифов (сертификатов) на выбросы парниковых газов в импортируемых в ЕС товарах

напрямую затрагивает иностранных производителей и является политическим шагом. Применение СВМ станет первым случаем, когда жесткие фискальные меры будут приниматься одним субъектом международных отношений (Евросоюзом) по отношению к другим участникам таких отношений – компаниям третьих стран. А это реально представляет собой инструмент глобального управления, поскольку объектом отношений станут практически все страны мира.

- Ввиду того, что СВМ является первой попыткой налаживания мониторинга, контроля и в этом плане – регулирования производственных процессов в странах-экспортерах, возникнет проблема допуска верификаторов на территорию третьих по отношению к ЕС стран для проведения ими проверок, мониторинга и контроля. На каких основаниях верификаторы ЕС будут осуществлять такие проверки, остается неясным.

- Верификаторы ЕС, обязанность которых будет состоять в проверке правильности задекларированных и представленных в уполномоченные органы данных по выбросам – не прихоть бюрократии ЕС, а необходимое и неизбежное звено системы управления: кто-то должен проводить экспертную проверку и удостоверить правильность расчетов выбросов. Но для этого нужен международный мандат и международная организация при ООН, как это сделано, например, для проверки национальных объектов ядерной энергетики в форме МАГАТЭ, а не единоличная инициатива одного из субъектов международных отношений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism*. European Commission, 14.7.2021, COM(2021) 564 final, 2021/0214 (COD). – Brussels. European Commission, 2021. – 291 p.
2. *EU ETS Handbook*. – Brussels, European Commission, 2015. 138 p.
3. *Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the Functioning of the European Carbon Market in 2020*, 26.10.2021, COM(2021) 962 final. – Brussels, European Commission, 2021. – 44 p.
4. *Trade statistics for international business development*. – URL: <https://www.trademap.org/Index.aspx> (дата обращения 01.11.2022). [Accessed: 01.11.2022.]
5. *Dales, J.H.* Pollution, Property & Prices: An Essay in Policy-making and Economics. – Toronto: University of Toronto Press, 1968. – 111 p.
6. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal*, 11.12.2019, COM(2019) 640 final. – Brussels, European Commission, 2019. – 24 p.

7. *Zhong, J., Pei, J.* Border Carbon Adjustment: A Systematic Literature Review of Latest Developments. – SSRN, 2022. – 23 p.
 8. *Cosbey, A., Droege, S., Fischer, C., Munnings, C.* Developing Guidance for Implementing Border Carbon Adjustments: Lessons, Cautions, and Research Needs from the Literature // *Review of Environmental Economics and Policy*. – 2019. – Vol. 13, no. 1. – P. 3–22.
 9. *Mu, D., Ren, H., Wang, C.* A Literature Review of Taxes in Cross-Border Supply Chain Modeling: Themes, Tax Types and New Trade-Offs // *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*. – 2022. – Vol. 17, no. 1. – P. 20–46.
 10. *Европейский механизм пограничной углеродной корректировки – ключевые вопросы и влияние на Россию.* – М.: Центр энергетики Московской школы управления SKOLKOVO, 2021. – 50 с. [*Evropejskij mekhanizm pogranichnoj uglerodnoj kor-rektirovki – klyuchevye voprosy i vliyanie na Rossiyu. Carbon Border Adjustment Mechanism – key issues and impact on Russia.* – М.: Centr energetiki Moskovskoj shkoly upravleniya SKOLKOVO, 2021. – 50 s. (In Russian)]
 11. *Белов В.Б.* Дебаты в ЕС о Механизме трансграничного углеродного регулирования // *Европейский союз: факты и комментарии.* – 2021. – № 103. – С. 53–58. [*Belov, V.B. Debaty v ES o Mekhanizme transgranichnogo uglerodnogo regulirovaniya // Evropejskij soyuz: fakty i komentarii.* – 2021. – No. 103. – P. 53–58. (In Russian)]
 12. *Трансграничное углеродное регулирование в ЕС: как не допустить дискриминации российских экспортёров.* Аналитический доклад. – М.: ИПЕМ, 2021. – 52 с. [*Transgranichnoe uglerodnoe regulirovanie v ES: kak ne dopustit' diskriminacii rossijskih eksportyorov. Analiticheskij доклад.* – М.: IPEM, 2021. – 52 s. (In Russian)]
 13. *CBAM. Последствия для российской экономики.* – М.: Центр энергоэффективности – XXI век (ЦЭНЭФ-XXI), 2021. – 140 с. [*CBAM. Posledstviya dlya rossiiskoi ehkonomiki.* – М.: Tsentр ehnergoehffektivnosti – XXI vek (TSEHNEHF-XXI), 2021. – 140 s. (In Russian)]
 14. *Mörsdorf, G.* A simple fix for carbon leakage? Assessing the environmental effectiveness of the EU carbon border adjustment // *Ifo Working Papers*. – 2021. – No. 350. – 33 p.
 15. *Zhang, K.U.N., Liang, Q.-M., Liu, L.-J., et al.* Impacts of mechanisms to promote participation in climate mitigation: Border carbon adjustments versus uniform tariff measures // *Climate Change Economics*. – 2020. – Vol. 11, no. 03. – Art. no. 2041007.
 16. *Lim, B., Hong, K., Yoon, J., et al.* Pitfalls of the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism // *Energies*. – 2021. – Vol. 14, Iss. 21. – Art. no. 7303.
 17. *A European Union Carbon Border Adjustment Mechanism: Implications for developing countries.* – UNCTAD. – 2021. – 30 p.
 18. *GTAP: Global Trade Analysis Project, Current GTAP Model.* – 2017. – URL: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/models/current.asp> (дата обращения 01.11.2022). [Accessed: 01.11.2022.]
 19. *Eicke, L., Weko, S., Apergia, M., Mariana, A.* Pulling up the carbon ladder? Decarbonization, dependence, and third-country risks from the European carbon border adjustment mechanism // *Energy Research & Social Science*. – 2021. – Vol. 80. – Art. no. 102240.
 20. *Zachmann, G., McWilliams, B.* A European carbon border tax: much pain, little gain. – Bruegel: Policy Contribution. – 2020. – Iss. 05. – 19 p.
 21. *Franzen, A., Mader, S.* Consumption-based versus production-based accounting of CO2 emissions: is there evidence for carbon leakage? // *Environmental Science & Policy*. – 2018. – Vol. 84. – P. 34–40.
 22. *Hufbauer, G., Kim, J., Schott, J.* Can EU Carbon Border Adjustment Measures Propel WTO Climate Talks? – Peterson Institute for International Economics, 2021. – 14 p. – URL: <https://www.piie.com/publications/policy-briefs/can-eu-carbon-border-adjustment-measures-propel-wto-climate-talks>
 23. *Zhang, T.* Climate Change – Our Most Global Challenge. – IMF, 2021. – URL: <https://www.imf.org/en/News/Articles/2021/06/02/sp060221-dmd-zhang-green-swan-conference?cid=em-COM-123-43175>
 24. *Bellora, C., Fontagné, L.* EU in Search of a WTO – Compatible Carbon Border Adjustment Mechanism. CEPII Working Paper. – 2022. – No. 2022-01. – 44 p.
 25. *Overland, I., Sabyrbekov, R.* Know your opponent: Which countries might fight the European carbon border adjustment mechanism? // *Energy Policy*. – 2022. – Vol. 169. – Art. no. 113175.
 26. *Fang, Y., Yu, Y., Shi, Y., Liu, J.* The effect of carbon tariffs on global emission control: A global supply chain model // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. – 2020. – Vol. 133 (C). – Art. no. 101818.
 27. *Xue, K., Sun, G., Yao, T.* Incentive Mechanisms for Carbon Emission Abatement Considering Consumers' Low-Carbon Awareness under Cap-and-Trade Regulation // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2022. – Vol. 19. – Art. no. 4104.
 28. *Huang, T., Liu, Z., Zhao, T.* Evolutionary Game Analysis of Responding to the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism // *Energies*. – 2022. – Vol. 15, iss. 2. – Art. no. 427.
- Статья представлена к публикации членом редколлегии С.В. Ратнер.*
- Поступила в редакцию 3.11.2022,
после доработки 5.01.2023.
Принята к публикации 14.02.2023.*
- Варнавский Владимир Гаврилович** – д-р экон. наук, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва, ✉ varnavsky@imemo.ru.



EUROPEAN UNION'S CARBON BORDER ADJUSTMENT MECHANISM AS A GLOBAL GOVERNANCE TOOL

V.G. Varnavskii

Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

✉ varnavsky@imemo.ru

Abstract. This paper considers a greenhouse gas (GHG) emissions management system with an international component and taxation of imported carbon-intensive goods. As an example, we discuss European Union's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). CBAM is expected to be introduced in 2023. It will have global coverage by countries and companies. We overview the available scientific literature on mathematical methods for analysis and assessment of CBAM for socio-economic development. As noted, carbon border adjustment provides ample opportunities for mathematical analysis, calculations, and modeling. We outline some classes of models to investigate CBAM: DSGE models, Inter-Country Input-Output Tables, game-theoretic models, and others. Their capabilities for conducting economic analysis are described. Special attention is paid to the analysis models of Global Value Chains. We compile the block diagram of the CBAM management system based on the EU regulatory documents. Its main blocks, participants, and connections are studied. We present and analyze the generic formulas for determining GHG emissions in the European Union. As concluded, CBAM introduction will form a new and broad area of studies on fundamental and applied economics, including management of international carbon border trading markets.

Keywords: Carbon Border Adjustment Mechanism, greenhouse gas (GHG) emissions, European Union, global governance, models, mathematical methods.