

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А. В. Брылкина

Межрегиональный центр экологического аудита и консалтинга,
Москва, Россия

В статье рассматриваются вопросы развития низкоуглеродной экономики в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. Актуальность темы связана с реализацией основных положений Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (2020 г.). Цель исследования – развитие методов низкоуглеродной экономики путем стимулирования экономии энергии при строительстве и эксплуатации зданий, применения инновационных конструкций и материалов за счет торговли квотами на выбросы парниковых газов, введения климатического налогообложения, создания климатических фондов и поддержки энергосберегающих проектов. Автором предложен проект низкоуглеродного развития экономики на основе повышения энергоэффективности эксплуатации зданий и сооружений. В качестве критерия реализации таких проектов рассматривается экологически скорректированный чистый дисконтированный доход с учетом экономии топливно-энергетических ресурсов и снижения выбросов парниковых газов. Разработан норматив пересчета сэкономленной энергии за счет применения энергоэффективных строительных материалов при использовании зданий и снижения выбросов CO₂. Выполнен расчет энергоэффективности жилья на примере территорий промышленных зон города Москвы, который показал снижение порядка 2,6 тонн CO₂ на 1 000 м² жилья. Предложены экономические инструменты регулирования климатических проектов, включая льготное налогообложение энергоэффективных зданий, субсидирование процентных ставок при кредитовании мероприятий в сфере энерго- и ресурсосбережения.

Ключевые слова: низкоуглеродное развитие, экономика природопользования, энергоэффективность, снижение выбросов парниковых газов, строительство, экономические регуляторы.

REGULATING THE DEVELOPMENT OF LOW-CARBON ECONOMY IN CONSTRUCTION AND HOUSING AND MUNICIPAL FACILITIES

Anna V. Brylkina

Interregional Center for Environmental Audit and Consulting,
Moscow, Russia

The article studies problems dealing with the development of low-carbon economy in construction and housing and municipal facilities. Topicality of the subject is connected with implementation of key provisions of the Strategy of Social and Economic Development in the Russian Federation dealing with low level of green-house gas emission up to 2050 (2020). The aim of the research is to elaborate methods of low-carbon economy through stimulating power savings in construction and operation of buildings, using innovation structures and materials at the expense of trading in quotas on green-house gas emissions, introducing climatic taxation, setting-up climatic foundations and supporting power-saving projects. The author puts forward a project of low-carbon economy development on the basis of power-efficiency in operating buildings and constructions. As a criterion of such project realization we can consider ecologically corrected net discounted profit with regard to savings in fuel and power resources and cut in green-house gas emissions. A new standard was worked out to recalculate economized power through using power-efficient construction materials in operating buildings and cut in CO₂ emissions. Power-efficiency of houses was

estimated based on territories of industrial zones in Moscow, which showed a reduction in approximately 2.6 tons of CO₂ per 1,000 m² of housing area. The article offers economic tools to regulate climatic projects, including concessional taxation of power-efficient buildings, subsidizing interest rates in crediting in the field of power- and resource-saving.

Keywords: low-carbon development, economics of natural resource use, power-efficiency, cut in green-house gas emissions, construction, economic regulators.

В Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. № 400, в качестве приоритетной меры по обеспечению национальной безопасности предусмотрено развитие экономики на основе использования низкоуглеродных технологий. В данном документе отмечается, что развитие зеленой и низкоуглеродной экономики становится главным вопросом на международной повестке дня.

Климатическая проблематика является новым экономическим и политическим вызовом в управлении общественным развитием. Реализация модели низкоуглеродного развития тесно связана с повышением энергетической эффективности экономики в сфере производства и потребления [3; 5; 11].

В Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 176) предусмотрены меры по декарбонизации экономики и снижению выбросов парниковых газов, в том числе за счет эффективного использования энергии и снижения сжигания ископаемого топлива. Существенные резервы развития энергосбережения и сокращения образования выбросов углерода имеются в сфере строительной деятельности и жилищно-коммунальном хозяйстве.

Комплексное внедрение энергоэффективных технологий с учетом перехода на низкоуглеродную экономику отмечено в числе приоритетных задач обеспечения экономической безопасности страны на перспективу.

Во многих странах реализуются меры, направленные на обеспечение низкоугле-

родного развития экономики [17; 20; 21]. Речь идет о формировании климатически нейтральной экономики уже к середине XXI в. В этих условиях требуют развития экономические механизмы управления низкоуглеродным развитием экономики в увязке вопросов ее энергоэффективности и сокращения выбросов CO₂ [1; 4]. Такой подход в целом направлен на минимизацию экологических и климатических рисков [13].

В отдельных отраслях экономики, например, в черной металлургии, городском хозяйстве реализуются проекты по сохранению климата [14; 16], а также по декарбонизации производственных отношений в целом [19; 22].

В настоящее время в Российской Федерации реализуется научно-техническая программа экологического развития и климатических изменений на период до 2030 г., которая предусматривает согласованное, сбалансированное социально-экономическое развитие страны с низким уровнем выбросов парниковых газов путем принятия мер по уменьшению воздействия парниковых газов на окружающую среду (Указ Президента Российской Федерации от 8 февраля 2021 г. № 76 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений»).

Как показывает анализ существующей хозяйственной практики, инвестиционные проекты должны быть не только экономически и экологически обоснованными, быть направленными на повышение ресурсной эффективности производства, поглощение или снижение выбросов CO₂, но и обеспечивать снижение общей нагрузки на окружающую среду и климатическую

систему путем применения наилучших доступных технологий [6]. Концепция наилучших доступных технологий является базой для реализации такого подхода по декарбонизации экономики, на основе которой может развиваться система зеленого финансирования и предоставления мер государственной поддержки климатических проектов.

Учитывая, что выбросы парниковых газов разделяются на энергетические, обусловленные потреблением топлива и энергии (выбросы CO₂), и технологические, которые связаны с особенностями используемого сырья, материалов, их преобразования, технологическими процессами [7], можно говорить о климатосберегающих проектах с точки зрения экономии энергии, рационального использования материалов и сырья.

Наибольший вклад в формирование совокупных выбросов парниковых газов оказывают промышленность и энергетика. Вместе с тем строительство, жилищно-коммунальное хозяйство также влияют на выбросы парниковых газов через энергопотребление, добычу и сжигание ископаемого топлива в рамках модели ресурсного и энергетического цикла. В ходе реализации национальных стратегий развития низкоуглеродной экономики многие страны осуществляют и поддерживают проекты и программы, направленные на повышение энергоэффективности зданий в отдельных секторах экономики (промышленности, жилищно-коммунальном секторе экономики) в целях снижения выбросов парниковых газов.

Построение моделей низкоуглеродного строительства предполагает учет интересов всех заинтересованных сторон: государства (общества), инвесторов, строителей, потребителей продукции (например, зданий, жилых домов, офисов и др.).

Очевидно, что оценку эффективности таких климатосберегающих проектов следует осуществлять по всему жизненному циклу, например, строительство здания, его эксплуатация, утилизация отходов по-

сле окончания срока службы. Интересы участников инвестиционного процесса в сфере низкоуглеродного строительства (государства, населения, строительных компаний, инвесторов) в значительной степени совпадают, так как обеспечивают сокращение выбросов парниковых газов, экономия первичных природных ресурсов, энергии. Кроме того, реализация таких проектов приносит доход.

Определенный опыт поддержки проектов, ориентированных на повышение эффективности использования энергии при эксплуатации зданий путем применения механизмов климатических инвестиций, накоплен в Латвии. Подход базируется на использовании схемы зеленых инвестиций с применением инструментария государственно-частного партнерства. Главный смысл применения этих финансовых схем и инструментов регулирования состоит в возможности использования части средств, полученных страной в рамках продажи квот на углеродные выбросы на поддержку и софинансирование мероприятий, связанных с повышением эффективности использования энергии при эксплуатации зданий, сооружений в секторе жилищного строительства, коммунального хозяйства и промышленности в целом. Определение наилучшего управленческого решения, проекта с точки зрения последующего его софинансирования за счет климатических инвестиций осуществляется на основе ежегодно проводимых конкурсов, организаторами которых выступают специализированные природоохранные учреждения страны, например, министерства и ведомства, а также научные организации и вузы, профессиональные союзы и организации, например, Ассоциация строительных инженеров, Ассоциация строителей, Общество пассивных домов и др. В результате проведения таких конкурсов и отборочных процедур создаются необходимые институциональные и экономические условия, организационные предпосылки для экономии энергии и, как следствие, для снижения выбросов парниковых газов при

эксплуатации жилья, зданий и сооружений.

Отметим, что мероприятия данной программы были направлены на снижение общих производственных расходов, экономию энергии, сокращение выбросов CO₂.

За счет финансовых ресурсов и средств, накопленных в специальном фонде при Министерстве охраны окружающей среды и регионального развития Латвии от продажи углеродных квот, а также с учетом уровня снижения потребления энергии финансовая субсидия на поддержку мер по снижению потребления энергии может составить до 80% стоимости такого проекта. Такое софинансирование низкоугле-

родного проекта является существенным стимулом для поддержки энергетически и экологически эффективных решений. Основным критерием при оценке и отборе проектов на предмет их софинансирования за счет климатических инвестиций является снижение потребления энергии и тепла для отопления в расчете на единицу площади объекта (здания). Одновременно решаются вопросы снижения углеродоемкости экономики в целом.

В табл. 1 приведены критерии оценки заинтересованности участников проекта, основанные на экологически модифицированном чистом дисконтированном доходе (ЧДД) в процессе строительства и эксплуатации жилых зданий.

Таблица 1

Критерии оценки заинтересованности в результатах проекта низкоуглеродного развития, основанные на модифицированном чистом дисконтированном доходе в процессе строительства и эксплуатации жилых зданий

Заинтересованные стороны проекта	Формализованная оценка заинтересованности
Общество, государство	$E^{roc} = \sum_{t=1}^T (G_t + H_t)(1+r)^{1-t}$
Инвестиционные компании, строительные фирмы	$E^{сф} = \sum_{t=1}^T (D_t - Z_t)(1+r)^{1-t}$
Население, потребители продукции	$E^{потр} = \sum_{t=1}^T (+R_t)(1+r)^{1-t} - S$

Таким образом, можно представить схему определения уровня низкоуглеродного проекта, которая учитывает все его составляющие с учетом интересов заинтересованных сторон.

Для жилых зданий значение модифицированного чистого дисконтированного дохода (E) с учетом снижения выбросов парниковых газов для производства энергии рассчитывается следующим образом:

$$E = \sum_{t=1}^T (D_t - Z_t + R_t + G_t + H_t)(1+r)^{1-t} - S,$$

где E – ЧДД проекта по строительству низкоуглеродного здания, руб.;

D_t – возможный доход инвестиционной компании от продажи потребителям (населению) низкоуглеродного здания в t -й год, руб.;

Z_t – затраты инвестиционной компании в процессе строительства низкоуглеродного здания в t -й год, руб./год;

R_t – текущие затраты, которые сэкономлены при эксплуатации низкоуглеродного здания, включая снижение затрат на электроэнергию, экономию расходов на отопление, потребление воды и водоотведение в t -й год, руб.;

G_t – экономия топливных и энергетических ресурсов на стадии производства энергии в t -й год, руб.;

H_t – эффект от сокращения выбросов CO₂ путем уменьшения использования электрической и тепловой энергии в t -й год, руб.;

r – ставка дисконтирования, доли;

S – затраты на покупку населением низкоуглеродного здания, руб.

Таким образом, суть предлагаемого подхода заключается в обосновании в проектах низкоуглеродного строительства показателя ЧДД, для расчета которого учитываются экономия природных благ путем сокращения потребляемой энергии и эффект от сокращения выбросов CO_2 .

В расчетах следует также учитывать косвенный эффект от снижения капитальных вложений в энергетiku и сети, сокращения экологического ущерба.

В результате решения оптимизационной задачи, направленной на удовлетворение интересов всех участников процесса низкоуглеродного строительства, будет определен набор вариантов решений, необходимых для создания энергоэффективного здания.

Очевидно, что заинтересованность инвестора может быть связана с интересами строительной фирмы, а также заказчика-застройщика. Все параметры, из которых складываются критерии оптимальности, зависят от оценки альтернативного варианта осуществления управленческого решения по проекту (применяемой технологии и т. д.).

Полученные варианты плана позволяют рассчитать значение целевой функции, т. е. величины заинтересованности каждого участника (целевой группы) процесса низкоуглеродного строительства. В качестве оптимального решения задачи по обоснованию низкоуглеродного строительства принимается такой вариант, при котором достигается максимальная величина заинтересованности конкретного участника проекта.

В результате реализации предложенных моделей могут быть получены различные варианты решения, которые учитывают альтернативные подходы к строительству энергоэффективного низкоуглеродного здания. Каждое из этих решений удовлетворяет лишь одного из участников такого строительства. При этом следует выбрать вариант, который обеспечивает компромисс между установленными критериями и складывающимися интересами, прису-

щими разным участникам и заинтересованным сторонам низкоуглеродного строительства. Такой вариант может быть найден на основе одновременной оптимизации всех критериев, т. е. при векторной оптимизации. При решении задачи векторной оптимизации между локальными критериями возникает противоречие: улучшение какого-либо одного локального критерия может привести к изменению в худшую сторону другого. Такая ситуация характерна при принятии решений и планов на основе выбора компромиссов (области Парето).

Разработанные в рамках исследования модели формируют научный инструментарий, с тем чтобы определить решения на локальном уровне, связанные с выбором того или иного конструктивного решения строительства, в которых заинтересованы участники низкоуглеродного строительства, а также обосновать такое компромиссное решение, которое основано на справедливой уступке с учетом интересов участников заинтересованных сторон на локальном уровне и соблюдения требования низкоуглеродного строительства. Для подтверждения возможности применения разработанных моделей и рекомендуемых методов решения поставленных задач был проведен ряд расчетов, которые позволили апробировать разработанные модели и алгоритмы.

Для иллюстрации разработанных моделей и выбранных экономико-математических методов использовались данные по двум группам строительных конструкций: уменьшение тепловых потерь за счет совершенствования оконных конструкций ($k = 1$) и сокращение тепловых потерь за счет улучшения материалов и конструкций внешних стен здания.

В качестве исходных данных для расчетов рассмотрены некоторые технико-экономические, природные и климатические параметры, характеризующие конструкции окон и стен (деревянные окна в спаренных переплетах, панели из керамзита и бетона). При использовании этой

продукции в строительном комплексе учитывались экспертно установленные значения экономических показателей по каждому виду альтернативных вариантов конструкционных материалов с учетом экономии природных ресурсов (снижения истощения природных ресурсов), снижения выбросов парниковых газов, а также затрат на приобретение и эксплуатацию энергоэффективного здания.

Для каждого из участников строительства энергоэффективного здания были выбраны различные варианты конструкции. Например, строительная фирма (инвестор) заинтересована для окон в реализации варианта U_3 (двухкамерный стеклопакет с мягким селективным покрытием – i -стекло), а для капитальных стен – U_8

(например, полистиролбетон 375 мм + эффективный кирпич 120 мм). Для потребителя вариант окон совпадает, а капитальные стены для него предпочтительно выполнить в соответствии с вариантом U_6 (железобетонная стена с вентилируемым фасадом).

По оценкам, 1 кг парниковых газов равен 0,7 кВт·ч сэкономленной энергии. Следовательно, для пересчета сэкономленной энергии (кВт·ч) в парниковые газы (кг) нами принимается коэффициент 0,7 кВт·ч. К примеру, эффект за счет использования при строительстве энергоэффективного варианта утепленной стены проявляется в сокращении выбросов парниковых газов CO_2 на 40% (табл. 2).

Таблица 2

Результаты расчетов выбросов парниковых газов в зависимости от выбора вариантов ограждающих конструкций здания

Альтернативные варианты ограждающих конструкций здания (окна и внешние стены здания)	Сопротивление теплопередаче (R), м ² С/Вт	Расчетная мощность системы отопления зданий, покрывающая трансмиссионные потери ($q_{зд}$), кВт·ч/м ²	Выбросы парниковых газов CO_2 , кг (1кг = 0,7 кВт·ч)
1. Однокамерный стеклопакет с мягким селективным покрытием Кирпичная стена 380 мм с пенополистиролом 100 мм	0,56 2,78	95	66,5
2. Двухкамерный стеклопакет с твердым селективным покрытием (k-стекло) Железобетонная стена 250 мм с утеплением минеральной ватой 150 мм и вентилируемым фасадом	0,77 3,75	70	49
3. Двухкамерный стеклопакет с мягким селективным покрытием (i-стекло) Газобетон 300 мм + пенополистирол 100 мм с отделочным штукатурным слоем	0,8 4,5	57	39,9

Рассмотрим данный подход на примере территорий промышленных зон города Москвы, которые реорганизуются в рамках программ оздоровления окружающей среды и строительства энергоэффективного жилья, офисных объектов. На таких реорганизуемых территориях было построено жилье общей площадью 1,4 млн м². Оче-

видно, что с учетом того или иного варианта строительства энергоэффективных зданий и принимаемых решений, например, с учетом выбора технологического решения по применению ограждающих конструкций строящегося здания, на практике может быть получено различное значение снижения CO_2 .

Такие резервы снижения CO₂ при строительстве энергоэффективного жилья в различных районах города могут быть разными с учетом типа строительных конструкций и материалов. Так, к примеру, на основе того или иного выбранного варианта ограждающих конструкций строящегося здания выбросы CO₂ могут составить:

– 1-й вариант – базовый (однокамерный стеклопакет с мягким селективным покрытием и кирпичная стена 380 мм с пенополистиролом 100 мм):

$$66,5 \text{ кг CO}_2 \cdot 1\,400 \text{ тыс. м}^2 = 93\,100 \text{ т};$$

– 2-й вариант (двухкамерный стеклопакет с твердым селективным покрытием (*k*-стекло) и железобетонная стена 250 мм с утеплением минеральной ватой 150 мм и вентилируемым фасадом):

$$49 \text{ кг CO}_2 \cdot 1\,400 \text{ тыс. м}^2 = 68\,600 \text{ т};$$

– 3-й вариант (двухкамерный стеклопакет с мягким селективным покрытием (*i*-стекло) и газобетон 300 мм, пенополистирол 100 мм с отделочным штукатурным слоем):

$$(39,9 \text{ кг CO}_2 \cdot 1\,400 \text{ тыс. м}^2 = 55\,860 \text{ т}).$$

Следует отметить, что если будут выбраны и использоваться более энергоэффективные материалы и варианты ограждающих конструкций энергоэффективного здания, сокращения выбросов CO₂ составят от 24 500 до 37 240 тонн в год. Кроме того, в зависимости от рассматриваемого региона, где намечаются к реализации климатические проекты при строительстве и эксплуатации зданий, могут применяться льготы по налогам на имущество в зависимости от класса энергетической эффективности объекта недвижимости.

Разработанный методический подход к развитию низкоуглеродных объектов недвижимости в зависимости от уровня энергоэффективности жилья позволяет выполнить оценку сэкономленной энергии путем использования современных технологических решений, применения различных материалов для снижения выбросов CO₂, а также осуществлять экономическое регулирование и стимулирование таких климатических проектов.

Исходя из того, что сложившаяся цена квоты на выброс 1 тонны CO₂ составляет в настоящее время примерно 30 евро, суммарный эффект от продажи разрешений (квот) на выбросы CO₂ путем применения энергоэффективных строительных материалов и конструкций может составить от 735 тыс. до 111,7 тыс. евро в год в зависимости от типа материалов. Средства от продажи данных углеродных квот могут быть направлены в специальный углеродный (климатический) фонд, который может создаваться как по региональному, так и по отраслевому признаку.

Следует учитывать, что в зависимости от уровня энергоэффективности здания могут устанавливаться те или иные варианты финансирования и экономического стимулирования энергосберегающих решений.

В качестве мер по стимулированию экономики энергии, тепла, внедрения энергоэффективных технологий в строительном секторе экономики рекомендуется также использовать такой инструмент, как софинансирование проектов, обеспечивающих снижение энерго- и электропотребления за счет части средств реализации квот на выбросы CO₂ путем субсидирования процентных ставок при кредитовании мероприятий в сфере энерго- и ресурсосбережения. Очевидно, что для оценки влияния низкоуглеродного строительства на снижение парниковых выбросов следует рассмотреть всю цепочку от генерации до потребления электроэнергии. Снижение добычи топливно-энергетических ресурсов (углеводородного сырья) дает возможность сократить выбросы таких загрязняющих веществ в окружающую среду.

Оценка эффективности сокращения экологической нагрузки, включающей снижение выброса парниковых газов и сокращение истощения природных ресурсов, соответствующего компромиссному варианту, была выполнена на основе расчета показателя ЧДД и срока окупаемости при ставке дисконтирования 10%. Если

рассматривать в качестве результата лишь снижение выброса парниковых газов, то

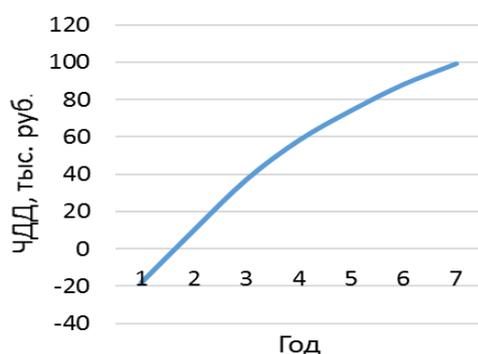


Рис. 1. ЧДД при оценке суммарного результата от снижения выброса парниковых газов и сокращения истощения природных ресурсов (срок окупаемости составляет 1,8 года)

Поскольку эти данные получены из расчета на 1 м², то их несложно распространить на жилой многоквартирный дом или микрорайон. При этом экономическая целесообразность полученного результата сохраняется.

Как отмечалось выше, предложенный механизм по регулированию снижения выбросов CO₂ при эксплуатации энергоэффективных зданий и других объектов может включать продажу прав (квот) на выбросы CO₂, создание углеродного (климатического) фонда.

Как показали выполненные расчеты, только на примере реорганизации промышленной и коммунальной зоны и строительства энергоэффективного жилья в Москве площадью 1,4 млн м² эффект от применения энергоэффективных материалов и конструкций может составить от 24 500 до 37 240 тонн CO₂, или 2,6 тонн CO₂ на 1 000 м² жилья. При этом суммарные поступления в проект от продажи таких углеродных квот могут составить порядка 735 тыс. евро в год, или 525 евро на 1 000 м² жилья, что делает проекты по снижению выбросов CO₂ в сфере строительства и эксплуатации энергоэффективного жилья эффективными и привлекательными для инвестиционных компаний. По оценкам, для успешной реализации климатических

полученный результат также является экономически целесообразным (рис. 1, 2).

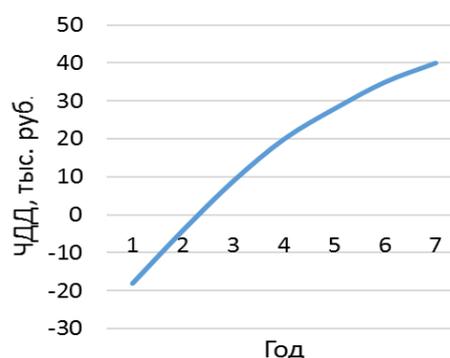


Рис. 2. ЧДД при оценке суммарного результата от снижения выброса парниковых газов (срок окупаемости составляет 2,6 года)

проектов цена на выбросы CO₂ должна быть порядка 75–100 долларов за 1 т эквивалента CO₂ [8].

В табл. 3 приведены виды инструментов, регулирующих снижение выбросов парниковых газов.

Следует отметить, что в настоящее время в Российской Федерации проходит апробация подходов к развитию низкоуглеродной экономики. Так, в Сахалинской области начиная с 2021 г. проводится эксперимент по торговле углеродными единицами. Речь идет о создании экономических и правовых условий для внедрения технологий по сокращению выбросов парниковых газов, отработки методики формирования системы верификации учета выбросов и поглощения парниковых газов [10]. Цель вводимых мер – достижение углеродной нейтральности региона к 2025 г. путем специального регулирования выбросов и поглощения парниковых газов и создания на этой основе системы торговли углеродными единицами.

Важное значение имеет при этом стимулирование развития зеленых климатических секторов экономики [2; 9]. Тем самым приоритетное развитие получают виды деятельности, которые используют низко- и безуглеродные технологии производства. Разработана дорожная карта по примене-

нию данного механизма торговли углеродными единицами, чтобы обеспечить достижение углеродной нейтральности региона.

Таблица 3

Характеристика инструментов для регулирования снижения выбросов парниковых газов*

Инструменты	Содержание и характеристика инструмента
Административно-технические (прямое ограничение) инструменты	Техническое регулирование
	Нормирование расходования ресурсов (установление нормы потребления бензина, внедрение стандартов энергоэффективности зданий и т. д.)
	Применение современных технологических решений (наилучшие доступные технологии)
	Ведение Реестра технологий, отвечающих целям защиты окружающей среды. Со временем такие технологии становятся обязательными для использования в хозяйственной практике
	Установление количественных ограничений по выбросам CO ₂ для предприятий, отраслей хозяйства, территорий
Экономические (рыночные) регуляторы – нацелены на создание экономических стимулов	1. Инструменты, оказывающие стимулирующее воздействие при ограничении выбросов парниковых газов:
	углеродный налог
	системы торговли квотами на выбросы CO ₂
	субсидии на мероприятия и проекты по сокращению выбросов CO ₂ , в том числе субсидии на использование возобновляемых источников энергии и других чистых источников энергии
	2. Инструменты, оказывающие стимулирующее воздействие в отношении ограничения производства или потребления грязной продукции:
	налог на продукцию, не отвечающую экологическим и климатическим требованиям
субсидии для производства чистой продукции	

* Источник: [8. – С. 2-3].

В рамках эксперимента в Сахалинской области будет создана необходимая инфраструктура поддержки климатических проектов. Кроме того, будет сформирована региональная система торговли выбросами CO₂. Тем самым реализация принципов торговли квотами на выбросы CO₂ является важным инструментом регулирования климатической политики на государственном уровне. Данный инструмент требует правового регулирования наряду с применением углеродного налога и др. [15; 18].

Среди инструментов экономического регулирования низкоуглеродного развития можно также отметить:

- развитие торговли квотами на выбросы CO₂, формирование углеродных рынков квот на выбросы CO₂ и создание климатических фондов;
- формирование климатосберегающей налоговой политики. В развитых странах

уже применяются налоги на деятельность, которая приводит к выбросам CO₂;

- развитие методов финансирования климатических проектов, включая инструменты зеленого финансирования, применение экологических (климатических) облигаций, привлечение отечественных и зарубежных инвестиций в проекты по утилизации и секвестированию парниковых газов.

Недостаточный учет климатических факторов в хозяйственном развитии может сопровождаться различного рода рисками и потерями. Так, например, в связи с ужесточением законодательства по климатическим изменениям российские компании – производители железа, стали, алюминия и удобрения могут выплатить ЕС 1,1 млрд евро углеродного налога. Больше всего такие выплаты могут затронуть поставщики производителей железа и стали – 655 млн евро, азотных удобрений – 398 млн евро,

что учитывает также показатели углеродоемкости этих продуктов [12]. Такой углеродный налог может затронуть российские поставки в ЕС на сумму почти 7 млрд евро. Предполагается, что заявитель будет подавать декларацию с данными о поставках продукции и ее углеродоемкости. По оценкам, в результате такого нового углеродного налога может значительно сократиться потребление российской нефти и угля, из-за чего российские экспортеры могут потерять существенные доходы.

Таким образом, реализация предложенного подхода к снижению выбросов CO₂ путем повышения энергоэффективности зданий в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве позволяет рационально использовать имеющиеся ресурсы (сырье, материалы, энергию), снизить нагрузку на окружающую среду и обеспечить переход к низкоуглеродному развитию экономики в целом.

Список литературы

1. Башмаков И. А. Повышение энергоэффективности в российских зданиях. Прогноз до 2050 года // Вопросы экономики. – 2016. – № 3. – С. 75–89.
2. Бенч Л. Я., Андрийчук А. Ю., Пономарева К. С. Кредитные инструменты как составляющая политики «зеленых» финансов // Бизнес информ. – 2019. – № 12 (503). – С. 338–343. – DOI: 10.32983/2222-4459-2019-12-338-343
3. Бондаренко Л. В., Маслова О. В., Белкина А. В., Сухарева К. В. Глобальное изменение климата и его последствия // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2018. – № 2. – С. 84–93.
4. Брылкина А. В. Разработка организационно-экономического механизма снижения выбросов парниковых газов // Горизонты экономики. – 2018. – № 2 (42). – С. 41–45.
5. Васильцов В. С., Яшалова Н. Н. Климатическая политика в инновационной экономике: национальный и международный аспекты // Ars Administrandi (Искусство управления). – 2018. – № 1. – С. 38–63.
6. Волосатова А. А., Скобелев Д. О. Подходы к установлению критериев дофинансовой оценки «зеленых» проектов в России // Ресурсная экономика, изменение климата и рациональное природопользование : материалы XVI Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – С. 34–36.
7. Гусева Т. В., Щелоков К. А. Декарбонизация промышленности: аспекты нормирования российских предприятий // Ресурсная экономика, изменение климата и рациональное природопользование : материалы XVI Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – С. 49–50.
8. Международные подходы к углеродному ценообразованию. – М. : Департамент многостороннего сотрудничества Минэкономразвития России, 2021. – URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/c13068c695b51eb60ba8cb2006dd81c1/13777562.pdf> (дата обращения: 20.03.2021).
9. Мотосова Е. А., Потравный И. М. Плюсы и минусы введения углеродного налога: зарубежный опыт и позиция России по Киотскому протоколу // ЭКО. – 2014. – № 7. – С. 180–189.
10. На Сахалине проведут эксперимент по торговле углеродными единицами. – URL: <https://tele-center.ru/news/na-sakhaline-provedut-eksperiment-po-torgovle-uglerodnymi-edinitsami/> (дата обращения: 22.03.2021).

11. Пахомова Н. В., Рихтер К. К., Жигалов В. М., Малова А. С. Управление энергоэффективностью в контексте климатической политики // Экономика региона. – 2017. – Т. 13. – Вып. 1. – С. 183–195.
12. Российские компании выплатят ЕС 1,1 млрд евро углеродного налога. – URL: <https://www.kp.ru/online/news/4377187/> (дата обращения: 22.08.2021).
13. Яковлева Е. Н., Яшалова Н. Н., Рубан Д. А., Васильцов В. С. Методические подходы к оценке природно-климатических рисков в целях устойчивого развития государства // Ученые записки РГГУ. – 2018. – № 52. – С. 120–137.
14. Яшалова Н. Н., Васильцов В. С., Потравный И. М. Декарбонизация черной металлургии: цели и инструменты регулирования // Черные металлы. – 2020. – № 8 (1064). – С. 70–75.
15. Ciarli T., Savona M. Modelling the Evolution of Economic Structure and Climate Change: a Review // Ecological Economics. – 2019. – Vol. 158. – P. 51–64.
16. Flemsaeter F., Bjorkhaug, H., Brobakk J. Farmers as Climate Citizens // Journal of Environmental Planning and Management. – 2018. – Vol. 61. – P. 2050–2066.
17. Henstra D., Thistlethwaite J., Vanhooren S. The Governance of Climate Change Adaptation: Stormwater Management Policy and Practice // Journal of Environmental Planning and Management. – 2020. – Vol. 63. – P. 1077–1096. – DOI: 10.1080/09640568.2019.1634015
18. Makarov I., Chen H., Paltsev S. Impacts of Climate Change Policies Worldwide on the Russian Economy // Climate Policy. – 2020. – Vol. 20. – P. 1242–1256. DOI: 10.1080/14693062.2020.1781047
19. Onofri L., Nunes P. A. L. D. Economic Valuation for Policy Support in the Context of Ecosystem-Based Adaptation to Climate Change: An Indicator, Integrated Based Approach // Heliyon. – 2020. – Vol. 6. – P. 04650. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04650
20. Rezai A., Taylor L., Foley D. Economic Growth, Income Distribution, and Climate Change // Ecological Economics. – 2018. – Vol. 146. – P. 164–172.
21. Tol R. S. J. The Economic Impacts of Climate Change // Review of Environmental Economics and Policy. – 2018. – Vol. 12. – P. 4–25.
22. Van der Heijden J., Luckmann O., Cherkasheva A. Urban Climate Governance in Russia: Insights from Moscow and St. Petersburg // Journal of Urban Affairs. – 2020. – Vol. 42. – P. 1047–1062. – DOI: 10.1080/07352166.2019.1617036

References

1. Bashmakov I. A. Povyshenie energoeffektivnosti v rossiyskikh zdaniyakh. Prognoz do 2050 goda [Increasing Power-Efficiency in Russian Buildings. Forecast up to 2050]. *Voprosy ekonomiki*, 2016, No. 3, pp. 75–89. (In Russ.).
2. Bench L. Ya., Andriychuk A. Yu., Ponomareva K. S. Kreditnye instrumenty kak sostavlyayushchaya politiki «zelenykh» finansov [Credit Tools as Element of ‘Green’ Finance Policy]. *Biznes inform* [Business-Inform], 2019, No. 12 (503), pp. 338–343. (In Russ.). DOI: 10.32983/2222-4459-2019-12-338-343
3. Bondarenko L. V., Maslova O. V., Belkina A. V., Sukhareva K. V. Globalnoe izmenenie klimata i ego posledstviya [Global Climate Change and its After-Effects]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2018, No. 2, pp. 84–93. (In Russ.).
4. Brylkina A. V. Razrabotka organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma snizheniya vybrosov parnikovyykh gazov [Developing Organizational and Economic Mechanism of Cutting Green-House Gas Emissions]. *Gorizonty ekonomiki* [Horizons of Economics], 2018, No. 2 (42), pp. 41–45. (In Russ.).

5. Vasil'tsov V. S., Yashalova N. N. Klimaticheskaya politika v innovatsionnoy ekonomike: natsionalnyy i mezhdunarodnyy aspekty [Climatic Policy in Innovation Economy: National and International Aspects]. *Ars Administrandi (Iskusstvo upravleniya)*, 2018, No. 1, pp. 38–63. (In Russ.).

6. Volosatova A. A., Skobelev D. O. Podkhody k ustanovleniyu kriteriev dofinansovoy otsenki «zelenykh» proektov v Rossii [Approaches to Identifying Criteria of Pre-Finance Estimation of ‘Green’ Projects in Russia]. *Resursnaya ekonomika, izmenenie klimata i ratsionalnoe prirodopolzovanie, materialy XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Rossiyskogo obshchestva ekologicheskoy ekonomiki* [Resource Economy, Climate Change and Rational Natural Resource Use, materials of the 16th International Conference of the Russian Society of Ecologic Economy]. Krasnoyarsk, the Siberian Federal University, 2021, pp. 34–36. (In Russ.).

7. Guseva T. V., Shchelokov K. A. Dekarbonizatsiya promyshlennosti: aspekty normirovaniya rossiyskikh predpriyatiy [De-carbonization of Industry: Aspects of Rate Fixing for Russian Enterprises]. *Resursnaya ekonomika, izmenenie klimata i ratsionalnoe prirodopolzovanie, materialy XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Rossiyskogo obshchestva ekologicheskoy ekonomiki* [Resource Economy, Climate Change and Rational Natural Resource Use, materials of the 16th International Conference of the Russian Society of Ecologic Economy]. Krasnoyarsk, The Siberian Federal University, 2021, pp. 49–50. (In Russ.).

8. Mezhdunarodnye podkhody k uglerodnomu tsenoobrazovaniyu [International Approaches to Carbon Pricing]. Moscow, the Department of Multilateral Cooperation of the Ministry of Economic Development of Russia, 2021. (In Russ.). Available at: <https://www.economy.gov.ru/material/file/c13068c695b51eb60ba8cb2006dd81c1/13777562.pdf> (accessed 20.03.2021).

9. Motosova E. A., Potravnyy I. M. Plyusy i minusy vvedeniya uglerodnogo naloga: zarubezhnyy opyt i pozitsiya Rossii po Kiotskomu protokolu [Advantages and Disadvantages of Carbon Tax: Overseas Experience and Position of Russia by Kyoto Protocol]. *ECO*, 2014, No. 7, pp. 180–189. (In Russ.).

10. Na Sakhaline provedut eksperiment po torgovle uglerodnymi edinitami [An Experiment will be Held on Sakhalin in Regard to Carbon Units Trade]. (In Russ.). Available at: <https://tele-center.ru/news/na-sakhaline-provedut-eksperiment-po-torgovle-uglerodnymi-edinitami/> (accessed 22.03.2021).

11. Pakhomova N. V., Rikhter K. K., Zhigalov V. M., Malova A. S. Upravlenie energoeffektivnostyu v kontekste klimaticheskoy politiki [Managing Power Efficiency in the Context of Climate Policy]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2017, Vol. 13, Issue 1, pp. 183–195. (In Russ.).

12. Rossiyskie kompanii vyplatyat ES 1,1 mlrd evro uglerodnogo naloga [Russian Companies will Pay the EU 1.1bn euro as Carbon Tax]. (In Russ.). Available at: <https://www.kp.ru/online/news/4377187/> (accessed 22.08.2021).

13. Yakovleva E. N., Yashalova N. N., Ruban D. A., Vasil'tsov V. S. Metodicheskie podkhody k otsenke prirodno-klimaticheskikh riskov v tselyakh ustoychivogo razvitiya gosudarstva [Methodological Approaches to Estimation of Natural-Climatic Risks Aimed at Sustainable Development of State]. *Uchenye zapiski RGGU* [Academic Proceedings of RGGU], 2018, No. 52, pp. 120–137. (In Russ.).

14. Yashalova N. N., Vasil'tsov V. S., Potravnyy I. M. Dekarbonizatsiya chernoy metallurgii: tseli i instrumenty regulirovaniya [De-Carbonization of Ferrous Steel-Making: Goals and Tools of Regulation]. *Chernye metally* [Ferrous Metals], 2020, No. 8 (1064), pp. 70–75. (In Russ.).

15. Ciarli T., Savona M. Modelling the Evolution of Economic Structure and Climate Change: a Review. *Ecological Economics*, 2019, Vol. 158, pp. 51–64.

16. Flemsaeter F., Bjorkhaug, H., Brobakk J. Farmers as Climate Citizens. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2018, Vol. 61, pp. 2050–2066.

17. Henstra D., Thistlethwaite J., Vanhooren S. The Governance of Climate Change Adaptation: Stormwater Management Policy and Practice. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2020, Vol. 63, pp. 1077–1096. DOI: 10.1080/09640568.2019.1634015

18. Makarov I., Chen H., Paltsev S. Impacts of Climate Change Policies Worldwide on the Russian Economy. *Climate Policy*, 2020, Vol. 20, pp. 1242–1256. DOI: 10.1080/14693062.2020.1781047

19. Onofri L., Nunes P. A. L. D. Economic Valuation for Policy Support in the Context of Ecosystem-Based Adaptation to Climate Change: An Indicator, Integrated Based Approach. *Heliyon*, 2020, Vol. 6, pp. 04650. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04650

20. Rezai A., Taylor L., Foley D. Economic Growth, Income Distribution, and Climate Change. *Ecological Economics*, 2018, Vol. 146, pp. 164–172.

21. Tol R. S. J. The Economic Impacts of Climate Change. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2018, Vol. 12, pp. 4–25.

22. Van der Heijden J., Luckmann O., Cherkasheva A. Urban Climate Governance in Russia: Insights from Moscow and St. Petersburg. *Journal of Urban Affairs*, 2020, Vol. 42, pp. 1047–1062. DOI: 10.1080/07352166.2019.1617036

Сведения об авторе

Анна Викторовна Брылкина

эксперт Межрегионального центра экологического аудита и консалтинга.

Адрес: Межрегиональный центр экологического аудита и консалтинга, 117449, Москва,

ул. Шверника, д. 15/2.

E-mail: abrylkina@mail.ru

Information about the author

Anna V. Brylkina

Expert of the Interregional Center for Environmental Audit and Consulting.

Address: Interregional Center for Environmental Audit and Consulting, 15/2 Shvernik Str., Moscow, 117449, Russian Federation.

E-mail: abrylkina@mail.ru