

# Вектор низкоуглеродного развития в условиях циркулярной экономики

Белик Ирина Степановна<sup>1</sup>

Д-р экон. наук, проф. каф. экономической безопасности производственных комплексов  
ORCID: 0000-0001-7405-3226, e-mail: irinabelik2010@mail.ru

Никулина Наталья Леонидовна<sup>2</sup>

Канд. экон. наук, ст. науч. сотр.  
ORCID: 0000-0002-6882-3172, e-mail: nikulina.nl@uiecc.ru

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

## Аннотация

В рамках концепции «Индустрия 4.0» все более актуальным становится переход от линейной модели экономики к циркулярной, направленной на энергосбережение, регенеративное экологически чистое производство, обращение и потребление. Целью исследования является обоснование непротиворечивости модели низкоуглеродного развития целям и задачам циркулярной экономики (далее – ЦЭ) для последующей разработки стратегии «зеленого» роста. Задачи исследования: использование критериев и методов ЦЭ для разработки инструментария перехода к низкоуглеродной экономике и формирования стратегии ее развития. Использованы общенаучные методы, в частности анализа, синтеза, периодизации. Выявлены критерии роста «зеленой» экономики, в соответствии с ними установлены этапы ЦЭ: концептуальный, институциональный, регуляторный. Предложен авторский вариант комбинированной системы регулирования, основанной на сочетании административных и экономических мер. Сформированы матрицы проблемных ситуаций по отдельным видам деятельности. В результате исследования авторами обозначены этапы циркулярной экономики, обоснованы возможность низкоуглеродной трансформации в рамках ЦЭ, опирающейся на управление выбросами углерода, внедрение низкоуглеродных технологий, введение системы финансирования «зеленых» проектов. Определены инструменты стимулирования «зеленого» роста: налог на выбросы парниковых газов, система торговли квотами на выбросы, субсидирование альтернативной энергетики, экологических проектов, развитие энергосберегающих технологий и их внедрение в производственный процесс. Новизна исследования заключается в разработке схемы выстраивания стратегии низкоуглеродного развития экономики, направленной на достижение целей по снижению выбросов парниковых газов на уровне как региона, так и промышленных предприятий.

## Ключевые слова

Циркулярная экономика, инструментальный низкоуглеродного развития, низкоуглеродная трансформация, регулятивные меры, выбросы парниковых газов, «зеленый» рост, «зеленая» экономика, углеродное регулирование

**Для цитирования:** Белик И.С., Никулина Н.А. Вектор низкоуглеродного развития в условиях циркулярной экономики // Вестник университета. 2024. № 8. С. 128–137.

© Белик И.С., Никулина Н.А., 2024.

Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



# Low-carbon development vector in circular economy

Irina S. Belik<sup>1</sup>

Dr. Sci. (Econ.), Prof. at the Economic Safety of Industrial Complexes Department  
ORCID: 0000-0001-7405-3226, e-mail: irinabelik2010@mail.ru

Natalia L. Nikulina<sup>2</sup>

Cand. Sci. (Econ.), Senior Researcher  
ORCID: 0000-0002-6882-3172, e-mail: nikulina.nl@uiec.ru

<sup>1</sup>Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

## Abstract

Within the framework of the Industry 4.0 concept, transition from a linear economy model to a circular economy model aimed at energy saving, regenerative green production, circulation, and consumption is becoming increasingly relevant. The purpose of the study is to substantiate the low-carbon development model consistency with the goals and objectives of circular economy (hereinafter referred to as CE) for subsequent development of a green growth strategy. Objectives of the study: to use the criteria and methods of CE to develop a toolkit for transition to low-carbon economy and to formulate its development strategy. The study used general scientific methods, in particular, analysis, synthesis, and periodization. In the course of the study the criteria for green economy growth have been identified, and in accordance with them the stages of CE have been established such as conceptual, institutional, and regulatory. The author's variant of the combined regulatory system based on a combination of administrative and economic measures has been proposed. Matrices of problem situations by individual types of activity have been formed. As the study result, the authors outlined the circular economy stages, substantiated the possibility of low-carbon transformation within the framework of CE, relying on carbon emissions management, low-carbon technologies and a system of financing "green" projects implementation. The tools to stimulate "green" growth have been defined: a tax on greenhouse gas emissions, emissions trading system, subsidizing alternative energy, environmental projects, energy-saving technologies development and their implementation into the production process. The novelty of the study lies in a scheme development for building a low-carbon economic development strategy aimed at achieving the goals of reducing greenhouse gas emissions at the level of both the region and industrial enterprises.

## Keywords

Circular economy, low-carbon development tools, low-carbon transformation, regulatory measures, greenhouse gas emissions, green growth, green economy, carbon regulation

**For citation:** Belik I.S., Nikulina N.L. (2024) Low-carbon development vector in circular economy. *Vestnik universiteta*, no. 8, pp. 128–137.



## ВВЕДЕНИЕ

Смена экономической парадигмы, построенной на принципах максимизации потребления, стратегии устойчивого развития, ориентированной на соблюдение баланса социо-эколого-экономических интересов общества, практически понуждает экономику переходить от линейной модели функционирования к циркулярной.

Более 30 лет назад циркулярную экономику (далее – ЦЭ) в качестве самостоятельного направления выделили такие исследователи, как Д. Пирс и Р. Тернер [1]. Определяя в свое время ЦЭ как экономику природных ресурсов и экономику окружающей среды (environmental economics), авторы рассматривали ее как составной элемент традиционной экономической науки. Э.П.М. Велентурф и Ф. Пернелл позиционируют ее как ориентированную на технологии концепцию, которая может способствовать экономическому росту, одновременно уменьшая давление на окружающую среду [2].

«Зеленая» экономика идеологически лежит в той же плоскости, однако в большей степени определяется прикладным характером и направленностью на формирование практических мер экономической политики. Вследствие этого ряд государств, принимая принципы циркулярной экономики, на практике при реализации мер «озеленения» экономики расставляют акценты на политике в области ресурсосбережения, низкоуглеродного развития и охраны окружающей среды. К лидерам в данном направлении можно отнести Японию, Германию, Китай, Южную Корею, страны Северной Европы. Стратегии и дорожные карты развития ЦЭ приняты в Китае, Дании, Финляндии, Франции, Греции, Фландрии, Шотландии<sup>1</sup>.

Европейская комиссия ввела «зеленую» инициативу в контекст стратегии по достижению целей устойчивого развития, полагая, что следование целям ресурсоэффективности и сохранения природного капитала обеспечит дальнейшее благосостояние населения с учетом того обстоятельства, что развитие должно осуществляться по типу «зеленой» экономики<sup>2</sup>. В перспективе рост экономики должен привести к нулевой эмиссии парниковых газов (далее – ПГ) и устойчивому абсолютному декарбонизации, то есть достижению положительных темпов роста при снижении потребления материальных и энергетических ресурсов.

Вопросы развития ЦЭ рассматриваются и в трудах таких российских исследователей, как А.В. Гребенкина, Е.О. Вегнер-Козловой, Е.В. Шкарупеты, А.В. Синельниковой, С.В. Ратнер и др. [3–6] Д.В. Валько анализирует подходы и методики оценки развития ЦЭ на макроуровне [7]. Н.А. Кузнецова выделяет ее основные элементы, которые взаимосвязаны между собой и являются ее инструментами [8]. Е.А. Ильина в своем исследовании делает акцент на потенциале ЦЭ и разработке практических рекомендаций с применением современных технологий [9].

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

Методологические подходы циркулярной экономики имеют значительные возможности для перехода к модели низкоуглеродного развития и содействия декарбонизации производства. Авторами в рамках настоящего исследования была поставлена цель – обосновать непротиворечивость развития экономики по низкоуглеродному типу целям ЦЭ. Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

- выделить этапы развития ЦЭ и обосновать непротиворечивость модели низкоуглеродного развития целям и задачам циркулярной экономики;
- раскрыть критерии «зеленой» экономики и разработать инструментарий ее роста в разрезе каждого этапа ЦЭ;
- предложить авторский вариант комбинированной системы регулирования, основанной на сочетании административных и экономических мер, дополняющих друг друга при выстраивании стратегии низкоуглеродного развития;
- сформировать матрицы проблемных ситуаций по отдельным видам деятельности;
- определить направления и инструментарий «зеленого» регулирования с помощью матриц проблемных ситуаций.

<sup>1</sup> Сачек П., Точичкая И., Батова Н. Замыкая круг: законодательное стимулирование внедрения циркулярной экономики. Режим доступа: <https://beroc.org/upload/iblock/7dc/7dcf97d13679097d699072cebbb6d45c.pdf> (дата обращения: 30.05.2024).

<sup>2</sup> European Commission. The European Green Deal. COM(2019) 640 final. Document 52019DC0640. Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN> (дата обращения: 30.05.2024).

При проведении исследования были использованы общенаучные методы, в частности анализа, синтеза и периодизации. С помощью методов анализа и синтеза выделены основные критерии, характеризующие низкоуглеродное развитие экономики, обосновано применение отдельных оценок ЦЭ для характеристики перехода к низкоуглеродной экономике в динамике. Метод периодизации позволил систематизировать и выстроить в хронологическом порядке этапы развития ЦЭ. Для периодизации были использованы критерии «зеленой» экономики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Учитывая хронологию подходов к оценке развития циркулярной экономики и типовых характеристик каждого рассматриваемого периода, авторы выделили этапы ЦЭ и проанализировали их на предмет наполняемости методов, отвечающих критериям развития рассматриваемого типа экономики (табл. 1).

Таблица 1

### Периодизация циркулярной экономики в разрезе критериев «зеленого» роста

Концептуальный этап (2000–2010 гг.)	Институциональный этап (2010–2020 гг.)	Регуляторный этап (2020–2030 гг.)
<b>Экономическая и ресурсная эффективность</b>		
Рациональное использование природных ресурсов; энергоэффективность; использование вторичных ресурсов на основе сервисных платформ; ресурсоэффективность	Углеродная эффективность; сервисная платформа твердых коммунальных отходов; информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям; информационная база по технологиям декарбонизации	Таксономия «зеленых» проектов; финансирование «зеленых» проектов
<b>Природные активы</b>		
Продуктивность экосистем; оценка уровня поглощения CO <sub>2</sub> ; запас минерально-сырьевых и др. ресурсов; изменение ассимиляционного потенциала	Кадастры выбросов CO <sub>2</sub> по регионам и предприятиям	Калькулятор выбросов ПГ отраслями и промышленностью
<b>Меры в области «озеленения» экономики</b>		
Оценка выбросов CO <sub>2</sub> ; отчетность; оптимизация структуры экономики с точки зрения зеленого роста	Экспертная платформа по программам адаптации к изменениям климата; углеродное регулирование	Формирование платформы торговли CO <sub>2</sub> ; «зеленые» сертификаты
<b>Социально-экономические аспекты зеленого роста</b>		
Калькулятор экологического следа; оценка уровня экологической опасности производств; нефинансовая отчетность и усиление позиций стейкхолдерского подхода	Углеродная отчетность для юридических лиц, индивидуальных предпринимателей	Бизнес-модели, повышающие ресурсоэффективность и снижающие воздействие на окружающую среду
<b>Базовые инструменты низкоуглеродного развития экономики</b>		
Оценка выбросов CO <sub>2</sub> ; оценка уровня углеродоемкости продукции	Стратегия углеродного регулирования; информационно-технические справочники по декарбонизации; дорожные карты по декарбонизации отраслей, предприятий	Масштабирование технологий, повышающих углеродную эффективность; организация цифровой платформы по торговле квотами CO <sub>2</sub> ; «зеленые» сертификаты

Составлено авторами по материалам исследования

Представленная авторами периодизация ЦЭ в разрезе критериев «зеленого» роста предполагает выделение трех этапов: концептуального, институционального и регуляторного. На каждом из них рассмотрены меры по ключевым критериям: экономическая и ресурсная эффективность, природные активы, меры

по «озеленению» экономики, социальные и экономические аспекты «зеленого» роста. Также в разрезе трех этапов ЦЭ систематизированы базовые инструменты низкоуглеродного развития экономики. Предложены регулятивные меры, направленные на сокращение эмиссии ПГ, и, по мнению авторов, они должны составить основу программ по углеродному регулированию как на местном, так и на региональном уровнях.

Однако на практике вопрос о достаточности предпринимаемых мер и их приоритетности с точки зрения сохранения требуемого уровня окружающей среды по-прежнему остается открытым. По этой причине появляется необходимость в анализе и оценке результативности методов регулирования. Традиционно выделяют административные методы, которые так или иначе присутствуют в виде законодательно закрепленных экологических нормативов и экологических требований, и экономические, или рыночные, методы.

Административные методы направлены на ограничение, контроль и нормирование количественных показателей. Так, в случае их применения к целям «озеленения» экономики они связываются с контролем выбросов тех или иных веществ, выдвижением требований на использование или отказ от определенных технологий в процессе хозяйственной деятельности, утверждением нормативов по показателям эффективности использования энергии и ресурсов и др.

Экономические методы, являясь наиболее гибкими, в случае применения к низкоуглеродному развитию мотивируют эмитентов к сокращению выбросов и формируют экономическую заинтересованность предприятий. В качестве побуждения часто используются такие инструменты, как штраф, налог, субсидия, право на льготное кредитование.

Однако экономические методы имеют и существенные недостатки, к которым можно отнести ресурсозатратность и сложность с точки зрения контроля за исполнением. Последнее подчеркивает преимущество административных мер, которые требуют менее тщательного подхода к каждому элементу хозяйственной деятельности.

При этом следует признать, что часть экономических методов, которая направлена на финансовые санкции для предприятий, является более результативной, чем административные меры. Так, например, при введении системы ценообразования на  $\text{CO}_2$ -экв. предприятия, осуществляющие выбросы ПГ, будут платить за это. Согласно данным Института народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, плата за углеродный след российских компаний может составить от 3 до 5 млрд евро при цене в 25 евро/т  $\text{CO}_2$ -экв. [10]. По прогнозам Института естественных монополий, суммарные прямые и косвенные воздействия на российскую промышленность могут составить 2,2 млрд долл. США<sup>3</sup>. Таким образом, совокупные издержки компаний возрастут, и, как следствие, появится заинтересованность в сокращении эмиссии ПГ.

Следует подчеркнуть, что фиксация экономических методов на результате дает возможность компаниям самостоятельно устанавливать бюджет, который будет приемлемым, что является плюсом. В то же время некоторые административные методы (например, запреты или предписания на использование определенных технологий) обеспечивают равное распределение требований между хозяйствующими субъектами, что в лучшую сторону отличает их от экономических.

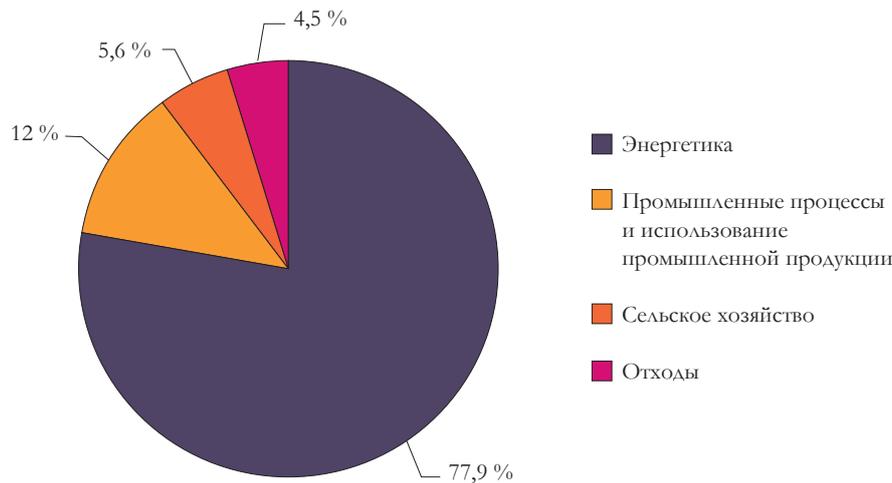
С учетом проведенного анализа авторы при выборе методов «зеленого» роста экономики останавливаются на варианте комбинированных (гибридных) систем регулирования, так как административные и экономические меры дополняют друг друга при выстраивании стратегии и разработке механизмов ее реализации.

Процесс выбора методов требует и определения сферы охвата «озеленения» экономики, и выделения тех секторов, которые в первую очередь попадают в контур углеродного регулирования. Как следует из динамики выбросов ПГ, такими секторами являются энергетика и промышленность (рис. 1).

Анализ структуры выбросов в разрезе отраслей, согласно представленным статистическим данным в Четвертом двухгодичном докладе Российской Федерации, позволяет использовать отраслевой подход в разработке стратегии их развития, так как он дает возможность определить приоритетные виды деятельности, учесть особенности, обусловленные структурой производства/потребления, инвестирования, финансирования и др.<sup>4</sup>. Кроме того, учет данных о приоритетных отраслях-эмитентах  $\text{CO}_2$  и их взаимодействиях в регионах и промышленных кластерах позволяет сформулировать меры «озеленения» экономики в рамках ЦЭ.

<sup>3</sup> Институт проблем естественных монополий. Трансграничное углеродное регулирование в ЕС: как не допустить дискриминации российских экспортеров. Режим доступа: <https://www.ruscable.ru/other/ipem.pdf> (дата обращения: 30.05.2024).

<sup>4</sup> Четвертый двухгодичный доклад Российской Федерации, представленный в соответствии с решением 1/CP.16 Конференции Сторон Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Режим доступа: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/10469275\\_Russian%20Federation-BR4-1-4BR\\_RUS.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/10469275_Russian%20Federation-BR4-1-4BR_RUS.pdf) (дата обращения: 30.05.2024).



Примечание: без учета выбросов и поглощения парниковых газов, связанных с землепользованием и лесным хозяйством  
 Источник<sup>5</sup>

Рис. 1. Структура выбросов ПГ по секторам в 2021 г.

В табл. 2 представлена структура выбросов по промышленности, из которой следует, что приоритетными отраслями для становления модели низкоуглеродного развития экономики являются металлургическая и химическая промышленность, а также производство минеральных материалов.

Таблица 2

**Выбросы ПГ, связанные с промышленными процессами и использованием продукции**

Категории источников	Газ	2011 г., млн т CO <sub>2</sub> -экв.	2012 г., млн т CO <sub>2</sub> -экв.	2013 г., млн т CO <sub>2</sub> -экв.	2014 г., млн т CO <sub>2</sub> -экв.	2015 г., млн т CO <sub>2</sub> -экв.	2016 г., млн т CO <sub>2</sub> -экв.	2017 г., млн т CO <sub>2</sub> -экв.	2021 г., млн т CO <sub>2</sub> -экв.
Производство минеральных материалов	CO <sub>2</sub>	40,11	42,10	43,52	43,07	40,01	36,51	37,12	41,52
Химическая промышленность	CO <sub>2</sub>	36,64	36,08	37,62	37,61	39,24	41,31	43,37	49,31
	CH <sub>4</sub>	0,41	0,41	0,45	0,43	0,45	0,45	0,48	0,52
	N <sub>2</sub> O	5,65	5,50	5,76	5,56	6,01	6,32	6,57	7,27
	F-газы	4,42	9,08	11,50	13,13	9,46	9,16	17,99	20,24
Металлургия	CO <sub>2</sub>	100,34	103,82	101,22	103,17	104,13	103,75	104,82	116,78
	CH <sub>4</sub>	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,16
	F-газы	3,15	3,18	3,28	2,90	3,36	3,49	3,01	3,37
Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива	CO <sub>2</sub>	1,18	1,30	1,20	1,50	1,59	1,69	1,39	1,56
Использование фторированных заменителей озоноразрушающих веществ	F-газы	7,07	8,92	10,47	11,85	13,05	14,63	16,43	18,17

Источник<sup>6,7</sup>

<sup>5</sup> Федеральная служба государственной статистики. Основные показатели охраны окружающей среды. Режим доступа: [clck.ru/3BPKeY](http://clck.ru/3BPKeY) (дата обращения: 30.05.2024).

<sup>6</sup> Четвертый двухгодичный доклад Российской Федерации, представленный в соответствии с решением 1/CP.16 Конференции Сторон Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Режим доступа: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/10469275\\_Russian%20Federation-BR4-1-4BR\\_RUS.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/10469275_Russian%20Federation-BR4-1-4BR_RUS.pdf) (дата обращения: 30.05.2024).

<sup>7</sup> Федеральная служба государственной статистики. Основные показатели охраны окружающей среды. Режим доступа: [clck.ru/3BPKeY](http://clck.ru/3BPKeY) (дата обращения: 30.05.2024).

Выявление приоритетных отраслей дает возможность построить матрицу проблемных ситуаций как по отдельным видам деятельности, так и в региональном разрезе (табл. 3).

Таблица 3

## Матрица проблемных ситуаций в секторах экономики

Проблема	Задача	Направление	Инструмент
<b>Стадия добычи сырья</b>			
1. Использование бензина, дизельного топлива для техники, работающей в шахтах и карьерах 2. Использование угля, природного газа, нефти, торфа, горючих сланцев, дров, сланцевого газа	1. Замена бензина и дизельного топлива на виды топлива с низкими выбросами CO <sub>2</sub> 2. Снижение использования ископаемого топлива	1. Использование электрооборудования, биодизельного топлива, водорода, синтетического бензина, синтетической солянки, этилового спирта, метанола, синтетического бензина из растительного сырья, видов топлива серии Р 2. Применение ядерного топлива, энергии солнечных батарей, ветров и приливов, водородного топлива, использование в качестве топлива биогаза, отходов, спирта	– наилучшие доступные технологии или технологии декарбонизации (сокращение использования ископаемого топлива, расширение использования альтернативных видов топлива); – субсидирование и «зеленые» финансы (инвестиции в технологии и инновации и т.д.); – система торговли выбросами; – «зеленые» сертификаты
<b>Стадия производства продукции</b>			
Использование видов топлива с высокими выбросами CO <sub>2</sub> Расход энергии Потери тепло- и электроэнергии	1. Замена бензина и дизельного топлива на виды топлива с низкими выбросами CO <sub>2</sub> 2. Снижение расхода энергии от невозобновляемых источников энергии 3. Снижение использования ископаемых видов сырья 4. Сокращение потерь тепло- и электроэнергии	1. Использование электрооборудования, биодизельного топлива, водорода, синтетического бензина, синтетической солянки, этилового спирта, метанола, синтетического бензина из растительного сырья, видов топлива серии Р 2. Применение ядерного топлива, энергии солнечных батарей, ветров и приливов, водородного топлива 3. Использование вторичного сырья 4. Обновление устаревшего оборудования и схем производства с высокими выбросами CO <sub>2</sub> 5. Применение современного оборудования, отвечающего требованиям энергосбережения	– наилучшие доступные технологии или технологии декарбонизации; – субсидирование и «зеленые» финансы; – налог на выбросы ПГ; – система торговли выбросами; – «зеленые» сертификаты
<b>Стадия распределения и потребления готовой продукции</b>			
Высокие потери тепло- и электроэнергии при транспортировке и потреблении	Снижение потерь тепло- и электроэнергии при транспортировке и потреблении	Применение современного электротехнического оборудования, отвечающего требованиям энергосбережения	– наилучшие доступные технологии или технологии декарбонизации; – субсидирование и «зеленые» финансы; – налог на выбросы ПГ; – система торговли выбросами; – «зеленые» сертификаты

Составлено авторами по материалам исследования

Матрица проблемных ситуаций позволяет обобщить и сгруппировать существующие проблемы промышленности, поставить задачи по видам деятельности, определить направления и инструментарий «зеленого» регулирования, провести анализ важнейших из них.

Налог на выбросы ПГ – наименее затратный инструмент климатической политики. При его введении государство возлагает дополнительные издержки на эмитента, тем самым увеличивая себестоимость продукции предприятий, что заставляет экономические субъекты снижать углеродоемкость продукции.

Другим инструментом углеродного регулирования является система торговли выбросами (далее – СТВ). Создавая общую площадку торговли на территории как региона, так и страны, государство объединяет сервисную платформу торгов и тем самым обеспечивает доступ к ней множеству предприятий-эмитентов ПГ. Согласно СТВ, устанавливается лимит выбросов ПГ на бесплатный объем выбросов, при этом эмитенты в соответствии с выданными разрешениями/квотами могут покупать дополнительные объемы выбросов по установленной цене на CO<sub>2</sub>-экв. Организация цифровой платформы по торговле квотами CO<sub>2</sub>-экв., на которой предметом торговли являются квоты/разрешения/сертификаты на выбросы, дает возможность контролировать результат по сокращению эмиссии CO<sub>2</sub>. Платная часть квот потенциально может быть продана на аукционах. Так, доход от аукционов в Европейской системе торговли выбросами в 2021 г. составил 31 млрд евро (37 млрд долл. США)<sup>8</sup>.

Еще одним экономическим инструментом «зеленого» регулирования выступает субсидирование. В этом случае государство отказывается от субсидирования «грязных» отраслей и углеродоемких проектов, при этом реализуется направление поддержки субсидиями альтернативной энергетики и экологических проектов, развития энергосберегающих технологий. Подобная финансовая поддержка необходима для развития «зеленых» отраслей.

«Зеленое» финансирование, призванное развить современные зеленые технологии, способно ускорить процесс адаптации к новой модели низкоуглеродной экономики и позволяет сохранить рабочие места и объемы выпуска продукции с одновременной постепенной нейтрализацией углеродного следа.

Рассмотренные основные инструменты «зеленого» регулирования позволяют разработать направления и стратегию низкоуглеродного развития, а также сформировать дорожную карту (табл. 4).

Таблица 4

**Направления и инструментарий стратегии низкоуглеродного развития экономики**

Направления	Инструменты		
Снижение расхода энергии от невозобновляемых источников энергии	Использование вторичного сырья	Внедрение наилучших доступных технологий и технологий декарбонизации	Субсидирование и «зеленые» финансы (инвестиции в технологии и инновации и т.д.), система торговли выбросами, налог на выбросы парниковых газов, «зеленые» сертификаты
Замена ископаемого топлива на виды топлива с низкими выбросами CO <sub>2</sub>	Применение ядерного топлива, энергии солнечных батарей, ветров и приливов, водородного топлива	Использование электромобилей, биодизельного топлива, водорода, синтетического бензина, синтетической солянки, этилового спирта, метанола, синтетического бензина из растительного сырья, видов топлива серии Р	Использование в качестве топлива биогаза, отходов, спирта
Снижение потерь при производстве, транспортировке и потреблении продукции	Обновление устаревшего оборудования и схем производства с высокими выбросами CO <sub>2</sub>	Применение современного оборудования, отвечающего требованиям энергосбережения	–

Составлено авторами по материалам исследования

<sup>8</sup> International Carbon Action Partnership. EU Emissions Trading System (EU ETS). Режим доступа: <https://icapcarbonaction.com/en/ets/eu-emissions-trading-system-eu-ets> (дата обращения: 30.05.2024).

Таким образом, в рамках ЦЭ определена приоритетность такого направления, как низкоуглеродное развитие экономики. Оно было представлено в тех же временных рамках, что и ЦЭ. В качестве методов, стимулирующих переход к низкоуглеродному типу развития экономики, авторами предложены комбинированные (гибридные) системы регулирования, сочетающие административные и экономические меры. Для выявленных приоритетных отраслей построена матрица проблемных ситуаций, которая позволила обобщить и сгруппировать существующие проблемы промышленности, поставить задачи по видам деятельности, определить направления и инструментарий «зеленого» регулирования. В дальнейшем это позволит сформировать основные направления и стратегию низкоуглеродного развития экономики.

## ВЫВОДЫ

В ходе исследования авторами показано, что циркулярная экономика, основанная на возобновлении ресурсов, формирует направление низкоуглеродного развития экономики. По мнению таких авторов, как М. Рен, П. Лу, Х. Лю и др., Л.С. Плакиткина, Ю.А. Плакиткин, К.И. Дьяченко, И.С. Белик, Н.В. Стародубец, Т.В. Майорова, А.И. Ячменева, А. Усов, И. Барсолу, В. Лукин, К. Клепча, В. Иктисанов, Ф. Шкруднев, М.М. Соколов и др., последнее имеет целью уменьшение выбросов CO<sub>2</sub> и перестройку экономики и топливно-энергетического сектора [11–15]<sup>9</sup>.

По мнению авторов настоящего исследования, подходить к формированию политики низкоуглеродного развития экономики необходимо с позиций единства корневой базы циклической экономики, также стоит выстраивать модель развития на принципах и критериях ЦЭ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Низкоуглеродная стратегия развития является составной частью модели циклической экономики, разворачиваемой в направлении сокращения выбросов углерода. В статье обозначены этапы и тенденции ЦЭ, отмечены значение и необходимость низкоуглеродной трансформации экономики на основе управления выбросами углерода, введения низкоуглеродных технологий, СТВ, субсидирования и финансирования «зеленых» проектов. Авторами предложены направления и инструментарий «зеленого» регулирования экономики, способствующие скорейшему достижению целей минимизации и нейтрализации выбросов углерода, приведена схема выстраивания стратегии низкоуглеродной трансформации, применяемой на уровне как региона, так и отдельных промышленных предприятий.

## Список литературы

1. Pearce D., Turner R. Economics of Natural Resources and the Environment. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 1989. 378 p.
2. Velenturf A.P.M., Purnell Ph. Principles for a sustainable circular economy. Sustainable Production and Consumption. 2021;27:1437–1457. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.018>
3. Гребенкин А.В., Вегнер-Козлова Е.О. Теоретические и прикладные аспекты концепции циркулярной экономики. Журнал экономической теории. 2020;2(17):399–411.
4. Шкафурета Е.В. Концептуальные основы циркулярной экономики. Цифровая и отраслевая экономика. 2022;2(27):121–124.
5. Синельникова А.В. Переход к циркулярной экономике: проблемы и перспективы. Экономический вестник ИПУ РАН. 2022;1(3):64–75. <https://doi.org/10.25728/econbull.2022.1.6-sinelnikova>
6. Ратнер С.В. Циркулярная экономика: теоретические основы и практические приложения в области региональной экономики и управления. Инновации. 2018;9:2–10.
7. Валько Д.В. Устойчивое развитие и циркулярная экономика: межстрановое измерение. Управление в современных системах. 2020;1(25):3–12.
8. Кузнецова Н.А. Циркулярная экономика: основные элементы и возможности. Экономика высокотехнологичных производств. 2023;2(4):121–132. <https://doi.org/10.18334/evp.4.2.117359>
9. Ильина Е.А. Циркулярная экономика: концептуальные подходы и механизмы их реализации. Организатор производства. 2022;3(30):21–30.
10. Плакиткина Л.С., Плакиткин Ю.А., Дьяченко К.И. Декарбонизация экономики как фактор воздействия на развитие угольной промышленности мира и России. Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2021;8(77):902–912. <https://doi.org/10.32339/0135-5910-2021-8-902-912>

<sup>9</sup>Клепча К. Пионеры низкоуглеродного следа. Режим доступа: <https://expert.ru/expert/2021/23/pionery-nizkouglerodnogo-sleda/> (дата обращения: 30.05.2024).

11. Ren M., Lu P., Liu X., Glynn J., Dai H. Decarbonizing China's iron and steel industry from the supply and demand sides for carbon neutrality. *Applied Energy*. 2021;298:117209. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117209>
12. Белик И.С., Стародубец Н.В., Майорова Т.В., Ячменева А.И. Механизмы реализации концепции низкоуглеродного развития экономики. Уфа: Омега Сайнс; 2016. 119 с.
13. Усов А., Барсоло И., Лукин В. Углеродный след. Нефть России. 2017;4:18–21.
14. Иктисанов В., Шкруднев Ф. Декарбонизация: взгляд со стороны. *Энергетическая политика*. 2021;8(162):42–51. [https://doi.org/10.46920/2409-5516\\_2021\\_8162\\_42](https://doi.org/10.46920/2409-5516_2021_8162_42)
15. Соколов М.М. Стратегии России по введению трансграничного углеродного регулирования в ЕС. *Геоэкономика энергетики*. 2021;3(15):84–97. [https://doi.org/10.48137/2687-0703\\_2021\\_15\\_3\\_84](https://doi.org/10.48137/2687-0703_2021_15_3_84)

## References

1. Pearce D., Turner R. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 1989. 378 p.
2. Velenturf A.P.M., Purnell Ph. Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable Production and Consumption*. 2021;27:1437–1457. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.018>
3. Grebenkin A.V., Vegner-Kozlova E.O. Theoretical and applied aspects of the concept of circular economy. *Journal of Economic Theory*. 2020;2(17):399–411. (In Russian).
4. Shkarupeta E.V. Conceptual foundations of circular economy. *Digital and Industrial Economy*. 2022;2(27):121–124. (In Russian).
5. Sinebnikova A.V. Transition to a circular economy: problems and prospects. *Economic Bulletin of ICS RAS*. 2022;1(3):64–75. (In Russian). <https://doi.org/10.25728/econbull.2022.1.6-sinebnikova>
6. Ratner S.V. Circular economy: theoretical foundations and practical applications in the field of regional economy and management. *Innovatsii*. 2018;9:2–10. (In Russian).
7. Valko D.V. Sustainable development and circular economy: cross-country measurement. *Management in Modern Systems*. 2020;1(25):3–12. (In Russian).
8. Kuznetsova N.A. Circular economy: basic elements and opportunities. *Ekonomika vysokotekhnologichnykh proizvodstv*. 2023;2(4):121–132. (In Russian). <https://doi.org/10.18334/evp.4.2.117359>
9. Ilyina E.A. Circular economy: conceptual approaches and implementation mechanisms. *Organizer of Production*. 2022;3(30):21–30. (In Russian).
10. Plakitkina L.S., Plakitkin Yu.A., Dyachenko K.I. Decarbonization of economy as a factor of influence on the development of coal industry of the world and Russia. *Bulletin "Ferrous Metallurgy"*. 2021;8(77):902–912. (In Russian). <https://doi.org/10.32339/0135-5910-2021-8-902-912>
11. Ren M., Lu P., Liu X., Glynn J., Dai H. Decarbonizing China's iron and steel industry from the supply and demand sides for carbon neutrality. *Applied Energy*. 2021;298:117209. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117209>
12. Belik I.S., Starodubets N.V., Mayorova T.V., Yachmeneva A.I. Mechanisms for implementing the concept of low-carbon economic development. Ufa: Omega Sains; 2016. 119 p. (In Russian).
13. Usov A., Barsola I., Lukin V. Carbon footprint. *Neft Rossii*. 2017;4:18–21. (In Russian).
14. Iktisanov V., Shkrudnev F. Decarbonization: outside view. *Energy Policy*. 2021;8(162):42–51. (In Russian). [https://doi.org/10.46920/2409-5516\\_2021\\_8162\\_42](https://doi.org/10.46920/2409-5516_2021_8162_42)
15. Sokolov M.M. On possible directions of Russia's strategy for the introduction of cross-border carbon regulation in the EU. *Geoeconomics of Energetics*. 2021;3(15):84–97. (In Russian). [https://doi.org/10.48137/2687-0703\\_2021\\_15\\_3\\_84](https://doi.org/10.48137/2687-0703_2021_15_3_84)