

Научная статья

УДК 338.24

doi: 10.47475/1994-2796-2022-11225

ОТРАСЛЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРСПЕКТИВ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ В РОССИИ

Сергей Владимирович Мурашкин¹, Алёна Витальевна Попова²

¹ Маркетинговое агентство «ГидМаркет», Москва, Россия, director@gidmark.ru

² Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия, alenapopova_2000@mail.ru

Аннотация. Проблема создания экологически чистой экономики остается в актуальной повестке. При этом важно отделять действительные позитивные изменения от медийно громких, но малоэффективных мероприятий, которые могут затронуть ту или иную отрасль. В статье дана характеристика характера влияния процессов декарбонизации на ведущие отрасли экономики РФ. Определен вектор влияния и проведена группировка отраслей российской экономики согласно выделенному вектору. Сопоставлен абсолютный размер и относительный рост выделенных отраслей с отрицательным и положительным вектором влияния процесса декарбонизации. Выделены возможности и перспективы для российской экономики при реализации процесса декарбонизации.

Ключевые слова: декарбонизация, углеродное регулирование, СВМ, Net Zero 2050, отраслевое развитие, экономика России

Благодарности: авторы выражают благодарность научному руководителю, Дмитрию Александровичу Плетневу, кандидату экономических наук, доценту кафедры экономики отраслей и рынков Челябинского государственного университета, за ценные советы при подготовке статьи.

Для цитирования: Мурашкин С. В., Попова А. В. Отраслевые особенности перспектив декарбонизации в России // Вестник Челябинского государственного университета. 2022. № 12 (470). Экономические науки. Вып. 79. С. 231—240. doi: 10.47475/1994-2796-2022-11225.

Original article

INDUSTRY-SPECIFIC FEATURES OF DECARBONIZATION PROSPECTS IN RUSSIA

Sergey V. Murashkin¹, Aliona V. Popova²

¹ Marketing agency GidMarket, Moscow, Russia, director@gidmark.ru

² Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia, alenapopova_2000@mail.ru

Abstract. The problem of creating an environmentally friendly economy remains on the current agenda. At the same time, it is important to separate real positive changes from high-profile, but ineffective measures that may affect a particular industry. The article characterizes the nature of the impact of decarbonization processes on the leading sectors of the Russian economy. The vector of influence was determined and the grouping of branches of the Russian economy was carried out according to the selected vector. The absolute size and relative growth of the identified industries with a negative and positive vector of influence of the decarbonization process are compared. The opportunities and prospects for the Russian economy in the implementation of the decarbonization process are highlighted.

Keywords: decarbonization, carbon regulation, CBM, Net Zero 2050, industries development, Russian economy

Acknowledgments: the authors of the article express their gratitude to the supervisor Dmitry A. Pletnev, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics of Industries and Markets of Chelyabinsk State University, for valuable advice in the preparation of the article.

For citation: Murashkin SV, Popova AV. Industry-specific features of decarbonization prospects in Russia. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2022;(12(470):231-240. (In Russ.). doi: 10.47475/1994-2796-2022-11225.

Введение

На протяжении двух последних десятилетий в масштабах мира идет последовательная смена мировоззрения — все более активно ведется обсуждение целесообразности и необходимости перехода к новой концепции экономического роста, который основывается на парадигме устойчивого развития (ESG). На смену подхода непрерывного повышения благосостояния (и нарастающего потребления природных ресурсов) приходит понимание, что удовлетворение нужд и потребностей человечества должно происходить «без причинения ущерба для экосистемы и будущих поколений»¹. В частности, снижение углеродного следа становится одной из ключевых задач современного общества, необходимость реализации декарбонизационных программ на различных уровнях экономической системы определяет новые особенности функционирования отдельных предприятий и целых отраслей.

В связи с этим целью научной статьи является выявление характера влияния процессов декарбонизации на ключевые отрасли российской экономики.

Тема декарбонизации на сегодняшний день активно обсуждается в научном сообществе. Многие авторы занимаются исследованиями данной проблемы: дают определения наиболее важным терминам, вычлняют факторы, влияющие на изменения в данной области, строят прогнозы и дают рекомендации.

А. Чима-Фокс, Б. ЛаПерла, Дж. Серафейм, Д. Теркингтон исследуют декарбонизацию, факторы осуществления данного процесса, а также влияние на экологию и экономику стран мира [1; 2]. Дж. Серафейм также изучает риски и возможности, появляющиеся вследствие реализации политики снижения углеродного следа [6]. М. М. Миральес-Кирос и Х. Л. Миральес-Кирос определили цели декарбонизации и необходимость участия бизнес-сообщества в их достижении [5]. Г. Людерер, М. Пель, А. Арвесен исследовали различные стратегии декарбонизации и их воздействие на промышленное развитие стран [4].

Российские авторы также занимаются изучением вопроса декарбонизации. М. А. Лебедева изучает перспективные методы декарбонизации

экономики Российской Федерации (система квотирования, штрафные санкции, разработка карбоновых полигонов, развитие «зеленой» энергетики и др.) и проблемы их внедрения в современной ситуации [11]. А. Г. Глебова и Ю. О. Данеева исследуют возможность адаптации мирового опыта углеродного регулирования в отечественных реалиях [8]. Д. А. Плетнев с коллегами не только рассматривают декарбонизационные процессы в рамках экологического направления, но и изучают экономические драйверы углеродного регулирования, особенности реализации климатических мер в различных странах и регионах и их влияние на ту или иную экономическую систему [13; 14].

Также исследователи изучают внедрение и влияние декарбонизационных мер в рамках отдельных отраслей экономики страны: угольной промышленности (В. П. Нехорошков, Д. А. Соколова [12]), нефтегазовой отрасли (И. А. Копытин, А. С. Холодионова, А. А. Кулик [10; 15]), различных направлений сельского хозяйства (Ю. К. Альтудов, А. Х. Занилов, З. Т. Зашакуев, А. В. Комарова, И. В. Филимонова, А. Ю. Новиков [7; 9]) и т. д.

Результаты исследования

Методологическую основу исследования составили данные Европейской комиссии, ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля» и Федеральной службы государственной статистики (Росстат). С целью выявления влияния процессов декарбонизации на отрасли российской экономики был проведен анализ обобщенных показателей выручки по соответствующим направлениям промышленности.

На глобальном уровне новейшим (опубликован в мае 2021 г.) концептуальным сценарием по декарбонизации мировой экономики является Стратегический план Международного энергетического агентства Net Zero by 2050 — A Roadmap for the Global Energy Sector (IEA, 2021), сокращенно NZE или Net Zero 2050. Данный всесторонний документ представляет собой дорожную карту по переходу к системе с нулевым энергопотреблением к 2050 г. при обеспечении стабильных и доступных поставок энергии, обеспечении всеобщего доступа к энергии и обеспечении устойчивого экономического роста. Стратегия предлагает рентабельный и экономически продуктивный путь, ведущий

¹ Митрова Т. Зеленый поворот. Готова ли Россия заняться борьбой с изменением климата // Московский центр Карнеги (<https://carnegie.ru/commentary/84984>; дата обращения 04.04.2022).

к чистой, динамичной и устойчивой энергетической экономике с преобладанием возобновляемых источников энергии¹.

Так, Евросоюзом в конце 2019 г. была представлена комплексная законодательная инициатива EU Green Deal, цель которой — достичь климатической нейтральности ЕС к 2050 г. А в июне 2021 г. Европейский совет принял «Климатический закон», который сделал углеродную нейтральность к 2050 г. юридически обязательной к исполнению всеми странами Евросоюза. Параллельно был ужесточен Целевой план по климату до 2030 г., основная цель которого — снизить выбросы не менее чем на 55 % по сравнению с уровнями 1990 г. (вместо первоначальной цели сократить на 40 % относительно 1990 г.). Таким образом, в течение следующих 10 лет ЕС предстоит сократить выбросы сильнее, чем в сумме за прошлые 30 лет.

С представленным в середине июля 2021 г. Еврокомиссией предложением по введению Евросоюзом механизма трансграничного углеродного регулирования (СВАМ) углеродный налог стал реальностью будущего². Из спектра углеродного налога на текущий момент исключена нефтепереработка: налог на первом этапе затронет металлургию, газохимию, производство цемента.

Первоначально СВАМ будет применяться к ограниченному набору товаров (среди прочего, цемент, азотные удобрения и их сырье, чугун, сталь и алюминий, и продукция из них, а также электричество) [3].

Производство стали, цемента и химической продукции относится к тройке крупнейших отраслей, производящих выбросы, и по причине технических факторов является одним из наиболее сложных для обезуглероживания отраслей. Среди ключевых технических и экономических факторов — высокие тепловые и технологические выбросы двуокиси углерода, низкая рентабельность, высокая капиталоемкость, длительный срок службы активов и воздействие торговли.

В то же время процесс декарбонизации мировой экономики и его последствия для Российской Фе-

дерации необходимо рассматривать в комплексе векторов влияния, как отрицательного, так и положительного.

Выделение ведущих отраслей экономики РФ позволяет оценить комплексное влияние процесса декарбонизации и определить не только потери и угрозы, но и возможности развития в рамках указанного международного процесса.

Для выявления ключевых отраслей, которые в наибольшей степени затронет процесс декарбонизации мировой экономики, рассмотрим:

- все интенсивные в части углеродных выбросов направления экономической деятельности;
- все отрасли, товары которых включены и прогнозируются к включению в СВАМ и в другие климатические ограничительные регламенты стран-партнеров, влияющие на внешнюю торговлю РФ;
- основные отрасли, способствующие минимизации выбросов парниковых газов.

Согласно Национальному докладу о кадастре антропогенных выбросов, структура выбросов по секторам в России остается относительно стабильной на протяжении последних десятилетий. Основной вклад в российскую углеродную эмиссию вносит электроэнергетика: в 2019 г. при производстве электроэнергии и тепла в атмосферу было выброшено 720 млн т CO₂-эквивалента. Нефтегазовая отрасль с учетом транспорта — 298 млн т CO₂-эквивалента, угольная промышленность — 68 млн т, а нефтехимическая отрасль — 50 млн т. В сумме данные виды деятельности эмитируют 54 % всех выбросов парниковых газов в России.

Совокупные выбросы загрязняющих атмосферу веществ от передвижных источников в России в 2019 г. составили 5,4 млн т. Передвижные источники в России можно разделить на две большие группы: автомобильный и железнодорожный транспорт. Доля загрязняющих веществ от автомобильного транспорта составила 97,3 % общего объема выбросов в стране в 2019 г.

Динамика выбросов загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников находится в тесной взаимосвязи с развитием промышленного сектора страны. В 2019 г. промышленное производство продемонстрировало рост на 2,3 %, в то время как объем выбросов от стационарных источников — на 1,3 %³.

³ Ежегодный «Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации» (Институт глобального климата и экологии им. академика Ю. А. Израэля. 2021; <http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/>; дата обращения 12.09.2022).

¹ Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector (<https://iea.blob.core.windows.net/assets/4719e321—6d3d-41a2-bd6b-461ad2f850a8/NetZero-by2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector.pdf>; дата обращения 15.09.2022).

² European Commission. Proposal for a regulation of the European parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism (https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/carbon_border_adjustment_mechanism_0.pdf; дата обращения 01.08.2022).

При оценке по отраслям наибольшие выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, приходится (по убыванию) на металлургическое производство, обеспечение электрической энергией, газом и паром, добычу сырой нефти и природного газа, добычу угля.

Среди отраслей РФ, развитие которых способствует минимизации выбросов парниковых газов, следует выделить:

- возобновляемую и водородную энергетику;
- атомную энергетику;
- машиностроение и металлообработку;
- строительство и ремонт, обслуживание зданий;
- сбор, переработку и утилизацию отходов (включая улавливание CO₂);
- лесоводство, лесозаготовки и производство материалов из древесины;
- отрасли высоких технологий, способствующие цифровизации и декарбонизации.

На такие отрасли, как машиностроение и металлообработка, строительство и ремонт, обслуживание зданий, лесоводство и лесозаготовки, процесс декарбонизации мировой экономики оказывает не только положительное, но и опосредованное отрицательное влияние. Тем не менее положительное влияние доминирует.

Развитие нефтегазовой и угольной промышленности несет за собой увеличение добычи ископаемого топлива, повышение нагрузки на экологию, что негативным образом сказывается на реализации программ достижения нулевых выбросов.

Электро- и теплоэнергетический комплекс (электростанции, работающие на угле, природном газе) также является одним из звеньев цепи выбросов углекислого газа в атмосферу, в связи с чем полная или частичная замена ТЭС на объекты возобновляемой (ГЭС, ВЭС, СЭС), водородной или атомной энергетики в положительном ключе отразится на декарбонизационных процессах в регионе, стране и мире.

Предприятия черной и цветной металлургии наряду с химическим производством на сегодняшний день являются одним из наиболее значительных источников выбросов CO₂. Устаревшее оборудование (обжиговые и плавильные печи, конвертеры) серьезно снижает эффективность любых мер углеродного регулирования.

Транспортный сектор (автомобили, самолеты, корабли, поезда) также можно охарактеризовать серьезным источником парниковых газов. Сокращение выбросов на транспорте играет решающую роль в борьбе с изменением климата.

Сельское хозяйство сегодня является и пострадавшей стороной, и одной из причин изменения

климата. С одной стороны, парниковый эффект агрокомплекса формируется за счет использования химических удобрений, пестицидов и отходов животного происхождения. Этот эффект продолжает расти из-за постоянно увеличивающегося спроса на продукцию. С другой стороны, изменение климата и глобальное потепление оказывает воздействие на устойчивость систем растениеводства и животноводства.

Также негативное воздействие на процесс декарбонизации оказывает целлюлозно-бумажная промышленность. Загрязнения атмосферы оксидами углерода, серы и азота нередко вызывают образование смога.

Производство стекла и стекольной продукции осуществляется при высоких температурах и требует использования значительного количества энергии, что приводит к выбросам в атмосферу побочных продуктов сгорания (диоксида серы, диоксида углерода и оксиды азота), а также высокотемпературному окислению атмосферного азота.

Положительный эффект уменьшения углеродного следа создает отрасль лесоводства (высаживание деревьев, сохранение существующих лесных массивов для потребления углекислого газа и выработки кислорода), сбора, переработки и утилизации отходов (в том числе CO₂).

Развитие машиностроения и приборостроения также способствует распространению декарбонизационных процессов за счет разработки и внедрения на предприятиях машин/объектов, оборудованных очистительными инструментами, работающих на альтернативных источниках энергии.

Новые подходы к строительству (зеленое строительство) сегодня позволяют сокращать выбросы парниковых газов и сохранять природные ресурсы. Данный подход и его распространение способствуют достижению целей декарбонизации.

В табл. 1 представлена динамика совокупной выручки крупных и средних предприятий ведущих отраслей РФ в 2018—2021 гг., которые в наибольшей степени затронет процесс декарбонизации мировой экономики. Сопоставление совокупной выручки оцениваемых отраслей разнонаправленного вектора влияния приводит к выводу, что совокупная выручка отраслей с отрицательным вектором влияния существенно выше, чем выручка с положительным вектором влияния.

Рассмотрим далее динамику выручки групп оцениваемых отраслей с отрицательным и положительным векторами влияния и доли выручки в общем объеме по оцениваемым отраслям в 2018—2021 гг. (табл. 2).

**Динамика совокупной выручки предприятий ведущих отраслей российской экономики,
2018—2021 гг., млрд руб.***
**Dynamics of total revenue of enterprises of the leading sectors of the Russian economy,
2018—2021, billion rubles**

№	Отрасль	Перечень ОКВЭД2, включенных в анализ	Основной вектор влияния	2018	2019	2020	2021
1	Нефтегазовая промышленность	(06) (09.10) (19.20) (52.10.21) (52.10.22)	–	27 966	27 851	22 005	34 387
2	Угольная промышленность	(05) (19.10) (19.3)	–	1 846	1 532	1 305	2 581
3	Электро- и теплоэнергетика	(D) за исключением 35.11.3 (Атомная энергия) и 35.11.4 (ВИЭ)	–	8 963	9 266	9 568	10 698
4	Возобновляемая и водородная энергетика	(35.11.4) (35.11.2)	+	8	29	47	69
5	Атомная энергетика	(35.11.3) (24.46)	+	605	500	494	565
6	Водоснабжение и водоотведение	(36) (37)	–	396	408	441	455
7	Черная металлургия	(07.1) (24.1) (24.20) (24.3) (24.51) (24.52)	–	4 341	4 410	4 374	7 432
8	Цветная металлургия	(07.2) (24.42) (24.43) (24.44) (24.45) (24.53) (24.54)	–	1 733	1 981	2 782	3 552
9	Производство химических веществ	(20)	–	2 836	2 820	3 009	4 547
10	Транспорт	ОКВЭД 2: (H) за вычетом: (52) (53)	–	8 230	8 624	7 738	9 103
11	Машиностроение и металлообработка	(28) (29) (30)	+	5 994	6 274	6 259	7 435
12	Цементная промышленность	(23.5) (23.6)	–	579	619	655	786
13	Строительство и ремонт, обслуживание зданий	(F) СТРОИТЕЛЬСТВО (81)	+	5 599	5 115	5 971	7 297
14	Сбор, переработка и утилизация отходов (включая улавливание CO ₂)	(38) (39)	+	452	438	552	942
15	Лесоводство, лесозаготовки и производство материалов из древесины	(02) (16)	+	575	566	643	988

Окончание табл. 1
Table 1 (continued)

№	Отрасль	Перечень ОКВЭД2, включенных в анализ	Основной вектор влияния	2018	2019	2020	2021
16	Целлюлозно-бумажная промышленность	(17)	–	808	807	873	1 225
17	Животноводство	(01.4) (01.50)	–	1 330	1 458	1 549	1 968
18	Выращивание сельскохозяйственных культур	(01.1) (01.2) (01.30) (01.50)** (01.6)	–	783	774	1 113	1 222
19	Стекольная промышленность	(23.1)	–	211	218	234	279
20	Иные отрасли высоких технологий, способствующие цифровизации и декарбонизации и не включенные выше	(26) (61) (62) (63)	+	7 270	7 696	8 960	6 070
	ИТОГО			80 525	81 385	78 572	101 603

Примечания:

* Крупные и средние предприятия; ** 50%.

Источник: Росстат, оценка авторов.

Изучение темпов прироста выделенных ключевых отраслей в динамике позволяет выявить потенциальные возможности развития в сложившихся условиях декарбонизации мировой экономики. Темпы роста наиболее чувствительных к процессу декарбонизации отраслей оценены на основе данных выручки по соответствующим ОКВЭД за 2018—2021 гг. (табл. 3).

В 2021 г. в условиях снижения влияния пандемии COVID-19 и ограничений, связанных с ней, по боль-

шинству отраслей наблюдались темпы прироста выше 20% в денежном выражении. Наиболее значительное увеличение отмечено по следующим направлениям:

- нефтегазовая промышленность (56,3% в 2021 г. относительно 2020 г.);
- угольная промышленность (97,8% в 2021 г. относительно 2020 г.);
- черная металлургия (69,9% в 2021 г. относительно 2020 г.);

Таблица 2

Table 2

Динамика выручки предприятий групп оцениваемых отраслей с отрицательным и положительным векторами влияния и доля выручки в общем объеме по оцениваемым отраслям в России, 2018—2021 гг.*

Dynamics of revenue of enterprises of groups of evaluated industries with negative and positive vectors of influence and the share of revenue in the total volume of evaluated industries in Russia, 2018—2021

Показатель	Выручка, млрд руб.					Доля, %			
	2017	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021
Выручка по отраслям с отрицательным вектором влияния	49 055	60 021	60 767	55 647	78 237	75	75	71	77
Выручка по отраслям с положительным вектором влияния	18 137	20 503	20 617	22 925	23 366	25	25	29	23
Итого	67 192	80 525	81 385	78 572	101 603	100	100	100	100

Примечания:

* Крупные и средние предприятия.

Источник: Росстат, оценка авторов.

Темпы прироста выручки предприятий групп оцениваемых отраслей с отрицательным и положительным векторами влияния, 2018—2021 гг., %*
Revenue growth rates of enterprises of the groups of evaluated industries with negative and positive influence vectors, 2018—2021, %

Показатель	2018	2019	2020	2021
Темпы прироста по отраслям с отрицательным вектором влияния	22	1	–8	41
Темпы прироста по отраслям с положительным вектором влияния	13	1	11	2

Примечания:

* Крупные и средние предприятия.

Источник: Росстат, оценка авторов.

- производство химических веществ (51,1 % в 2021 г. относительно 2020 г.);
- сбор, переработка и утилизация отходов (включая улавливание CO₂) (70,6 % в 2021 г. относительно 2020 г.);
- лесоводство, лесозаготовки и производство материалов из древесины (53,6 % в 2021 г. относительно 2020 г.).

Как видно из перечня, высокие темпы прироста в 2021 г. в основном демонстрируют отрасли с отрицательным вектором влияния декарбонизации. Развитие положительно направленных отраслей пока не позволяет компенсировать отрицательное влияние мирового процесса декарбонизации на такие определяющие отрасли российской экономики, как нефтегазовая промышленность, электро- и теплоэнергетика, металлургия, транспорт, но значительный прирост отраслей лесоводства и сбора, переработки отходов дает возможность своевременно выявить и использовать возможности для экономического роста на перспективу.

В целом по отраслям с отрицательным вектором влияния в 2021 г. прослеживалась положительная динамика темпов роста, по отраслям с положительным вектором влияния — также положительная динамика. В 2021 г. отрасли с отрицательным вектором влияния имели рост совокупного объема выручки на 41 %, отрасли с положительным вектором влияния вследствие глобального процесса декарбонизации увеличили выручку на 2 % (см. табл. 3).

В долгосрочной перспективе эксперты расходятся в оценках отрицательного влияния мирового процесса декарбонизации, который в настоящее время проявляется во введенном Евросоюзом механизме трансграничного углеродного регулирования (СВАМ). По расчетам Сбербанка, бюджет России может потерять 5 трлн руб. нефтегазовых доходов к 2035 г., потенциальный ущерб ВВП по сравне-

нию с инерционным сценарием составит к этому моменту 7,7%¹.

По подсчетам BCG (оценка после публикации проекта трансграничного углеродного регулирования), годовые издержки импортеров российской продукции от СВАМ к 2030 г. могут достигнуть 3,5—6,3 млрд долл. США. Середина оценочного диапазона — 4,9 млрд долл. США².

По данным «РосБизнесКонсалтинга», заверенным Минэкономразвития, дополнительная нагрузка на импорт российских товаров, попадающих под предложенное углеродное регулирование ЕС, может составить от 1,1 млрд евро в год, когда налог начнет взиматься на 100 %, однако расчет исходил из консервативной цены углерода 50 евро за 1 т — фактической цены на рынке на момент расчетов (июль 2021 г.)³. Налог будет фактически равнозначен дополнительной адвалорной ввозной пошлине 16 % от стоимости товаров — 1,1 млрд евро от 7 млрд евро.

В то время пока эксперты активно обсуждают потери для российской экономики, представленный выше анализ указывает на возможности роста в таких отраслях российской экономики, как:

¹ Анисимова Н. Греф оценил риски для российской экономики от энергоперехода // РосБизнесКонсалтинг (<https://www.rbc.ru/business/03/09/2021/613183439a794777a89be093?ysclid=laji2fhjgy36658148>; дата обращения 21.09.2022).

² Гринкевич Д., Милькин В. В правительстве готовят российский вариант углеродного сбора ЕС // Ведомости (<https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2021/09/22/887822-vlasti-uglerodnogo-naloga>; дата обращения 10.08.2022).

³ Ткачев И. Эксперты изменили оценку потерь для России от углеродного налога // РосБизнесКонсалтинг (<https://www.rbc.ru/economics/06/08/2021/610beca39a79474b026be65f>; дата обращения 25.08.2022).

- развитие ВИЭ¹;
- модернизация устаревших решений в гидроэнергетике;
- производство и экспорт водорода^{2,3};
- развитие машиностроения и металлообработки в направлениях, таргетированных на декарбонизацию экономики;
- развитие направления по производству биотоплива из различных органических отходов;
- увеличение объемов улавливания и хранения CO₂;
- работы по лесовосстановлению.

Развитие отраслевых низкоуглеродных брендов и систем сертификации низкоуглеродных продуктов позволит получить дополнительное стимулирующее положительное влияние.

Кроме того, целесообразно в среднесрочной перспективе сконцентрироваться на поиске мер, направленных на получение положительного эффекта от процесса декарбонизации экономики в машиностроении и металлообработке. Машиностроение и металлообработка среди отраслей, испытывающих преимущественно положительный вектор влияния процесса декарбонизации экономики, является первой по абсолютному размеру отрасли. Объем отрасли машиностроения и металлообработки в 2021 г. составил 7435 млрд руб.⁴ С целью минимизации отрицательного влияния на экономику России глобального процесса декарбонизации следует рассмотреть:

¹ Волобуев А., Катков М., Подлинова А. Декарбонизация как инструмент конкурентной борьбы против российских компаний // Ведомости (<https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/06/14/874114-dekarbonizatsiya-posluzhit>; дата обращения 15.08.2022).

² Митрова Т., Мельников Ю., Чугунов Д. Водородная экономика — путь к низкоуглеродному развитию // Центр энергетике Московской школы управления Сколково. 2019 (https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Hydrogen-economy_Rus.pdf; дата обращения 26.07.2022).

³ Водородная концепция России // Энергетическая политика (<https://energypolicy.ru/vodorodnaya-konczepczija-rossii/novosti/2021/18/13/?ysclid=lajm77w0x3565356966>; дата обращения 18.07.2022).

⁴ По крупным и средним предприятиям.

- Развитие рынка электролизеров — оборудования для производства водорода из воды.
- Развитие рынка оборудования для улавливания и хранения CO₂.
- Развитие рынка оборудования для ВИЭ.
- Развитие рынка тепловых насосов.
- Развитие рынка машин и оборудования для ВИЭ и альтернативных источников энергии.
- Развитие рынка оборудования для накопления и хранения энергии.
- Развитие рынка машин и оборудования, работающих на ВИЭ и низкоуглеродном топливе.
- Развитие рынка электромобилей и гибридных автомобилей.

Заключение

Развитие указанных направлений в машиностроении и металлообработке позволит не только нивелировать снижение потребления машин и оборудования на основе ископаемого топлива, но и создать техническую базу для развития других направлений, таких как ВИЭ, улавливание CO₂, переработка отходов, водородная энергетика и т. д.

Развитие указанных направлений в машиностроении и металлообработке требует дополнительной государственной поддержки и финансирования в рамках стратегий и целевых программ, так как на сегодняшний день стратегии, направленные непосредственно на машиностроение и металлообработку в рамках стратегии декарбонизации экономики, не реализуются.

Также стоит учесть необходимость разработки и внедрения комплексных мер, способствующих развитию декарбонизационных процессов в российской экономике. Ориентация на несколько сфер сразу позволит более эффективно использовать имеющуюся ресурсную базу. Распространение возобновляемых и альтернативных источников энергии, создание «чистого» транспорта и соответствующей инфраструктуры, освоение «зеленого» строительства, модернизация системы сбора, переработки и утилизации отходов, возможно, и не будут экономически эффективными сразу, но позволят в перспективе сохранить конкурентные преимущества в условиях внедрения углеродного регулирования как инструмента внешнеторговой деятельности.

Список литературы

1. Decarbonization Factors / A. Cheema-Fox, B. LaPerla, G. Serafeim, D. Turkington // The Journal of Impact and ESG Investing Fall. 2019. No. 2 (1). P. 47—73. URL: <https://doi.org/10.3905/jesg.2021.1.026>.
2. Cheema-Fox A., LaPerla B., Serafeim G. Decarbonizing Everything // Financial Analysts Journal 77. 2021. No. 3. P. 93—108. URL: <https://doi.org/10.1080/0015198X.2021.1909943>.

3. Gross S. The challenge of decarbonizing heavy industry // *Energy & Climate*. 2021. URL: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2021/06/FP_20210623_industrial_gross_v2.pdf (дата обращения 12.08.2022).
4. Environmental co-benefits and adverse side-effects of alternative power sector decarbonization strategies / G. Luderer, M. Pehl, A. Arvesen [et al.] // *Nat Commun*. 2019. No. 10 (5229). URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13067-8>.
5. Miralles-Quirós M. M., Miralles-Quirós J. L. Decarbonization and the Benefits of Tackling Climate Change // *Int J Environ Res Public Health*. 2022. No. 19 (13). URL: 10.3390/ijerph19137776. PMID: 35805430. PMCID: PMC9266008/
6. Serafeim G. Risks and Opportunities from the Transition to a Low Carbon Economy: A Business Analysis Framework // *Harvard Business School Technical Note*. 2022. No. 123—014.
7. Альтудов Ю. К., Занилов А. Х., Зашакуев З. Т. Оценка перспектив декарбонизации отрасли растениеводства Кабардино-Балкарской Республики // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2021. № 5 (103). С. 60—65. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-5-103-60-65.
8. Глебова А. Г., Данеева Ю. О. Адаптация российской энергетики к декарбонизации мировой экономики // *Экономика. Налоги. Право*. 2021. № 14 (4). С. 48—55. DOI: 10.26794/1999-849X-2021-14-4-48-55.
9. Комарова А. В., Филимонова И. В., Новиков А. Ю. Углеродный след сектора сельского хозяйства Новосибирской области // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022. Т. 65, № 5 (389). С. 484—488.
10. Копытин И. А. Перспективы российских нефтяных компаний в АТР в условиях декарбонизации // *ЭКО*. 2021. № 9. С. 38—52. DOI: 10.30680/ЕСО0131-7652-2021-9-38-52.
11. Лебедева М. А. Проблемы декарбонизации экономики России // *Проблемы развития территории*. 2022. Т. 26, № 2. С. 57—72. DOI: 10.15838/ptd.2022.1.118.5.
12. Нехорошков В. П., Соколова Д. А. Влияние тенденций декарбонизации на развитие угольной промышленности // *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2022. № 6-2. С. 34—38.
13. Плетнев Д. А., Мурашкин С. В. О декарбонизации // *Вестник Челябинского государственного университета*. 2021. № 10 (456). С. 179—184.
14. Плетнев Д. А., Попова А. В., Мурашкин С. В. Экономические драйверы декарбонизации // *Вестник Челябинского государственного университета*. 2022. № 4 (462). *Экономические науки*. Вып. 76. С. 201—209. doi: 10.47475/1994-2796-2022-10420.
15. Холодионова А. С., Кулик А. А. Основные аспекты декарбонизации нефтегазовой отрасли России // *Экспозиция Нефть Газ*. 2022. № 7. С. 102—106. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-7-102-106.

References

1. Cheema-Fox A, LaPerla B, Serafeim G., Turkington D. Decarbonization Factors. *The Journal of Impact and ESG Investing Fall*. 2019;(2-1):47-73. URL: <https://doi.org/10.3905/jesg.2021.1.026>.
2. Cheema-Fox A, LaPerla B, Serafeim G. Decarbonizing Everything. *Financial Analysts Journal* 77. 2021;(3):93-108. URL: <https://doi.org/10.1080/0015198X.2021.1909943>.
3. Gross S. The challenge of decarbonizing heavy industry. *Energy & Climate*. 2021. URL: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2021/06/FP_20210623_industrial_gross_v2.pdf.
4. Ludere, G, Pehl M, Arvesen A [et al.]. Environmental co-benefits and adverse side-effects of alternative power sector decarbonization strategies. *Nat Commun*. 2019;(10(5229)). URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13067-8>.
5. Miralles-Quirós MM, Miralles-Quirós JL. Decarbonization and the Benefits of Tackling Climate Change. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;(19(13)). URL: 10.3390/ijerph19137776. PMID: 35805430; PMCID: PMC9266008.
6. Serafeim G. Risks and Opportunities from the Transition to a Low Carbon Economy: A Business Analysis Framework. *Harvard Business School Technical Note*. 2022;(123-014).
7. Altudov YuK, Danilov AKh, Zashakuev ZT. Assessment of prospects for decarbonization of the crop industry of the Kabardino-Balkar Republic. *Izvestiya Kabardino-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2021;(5(103):60-65. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-5-103-60-65. (In Russ.).
8. Glebova AG, Dunaeva YuO. Adaptation of Russian energy to decarbonization of the world economy. *Economy. Taxes. Right*. 2021;(14-4):48-55. DOI: 10.26794/1999-849X-2021-14-4-48-55. (In Russ.).
9. Komarova AV, Filimonova IV, Novikov AYu. Carbon footprint of the agriculture sector of the Novosibirsk region. *International Agricultural Journal*. 2022;(65-5(389):484-488. (In Russ.).

10. Kopytin IA. Prospects of Russian oil companies in the Asia-Pacific region under decarbonization conditions. *ECO*. 2021;(9):38-52. DOI: 10.30680/ECO 0131-7652-2021-9-38-52. (In Russ.).
11. Lebedeva MA. Problems of decarbonization of the Russian economy. *Problems of territory development*. 2022;(26-2):57-72. DOI: 10.15838/ptd.2022.1.118.5. (In Russ.).
12. Nekhoroshkov VP, Sokolova DA. The influence of decarbonization trends on the development of the coal industry. *Economics and Business: theory and practice*. 2022;(6-2):34-38. (In Russ.).
13. Pletnev DA, Murashkin SV. About decarbonization. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2021;(10(456)):179-184. (In Russ.).
14. Pletnev DA, Popova AV, Murashkin SV. Economic drivers of decarbonization. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2022;(4(462)):201-209. DOI: 10.47475/1994-2796-2022-10420. (In Russ.).
15. Kholodionova AS, Kulik AA. The main aspects of decarbonization of the Russian oil and gas industry. *Exposition Oil and Gas*. 2022;(7):102-106. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-7-102-106. (In Russ.).

Информация об авторах

С. В. Мурашкин — директор маркетингового агентства.

А. В. Попова — магистрантка кафедры экономики отраслей и рынков.

Information about the authors

S. V. Murashkin — director of the marketing agency GidMarket.

A. V. Popova — Master's student of the Department of Economics of Industries and Markets.

Статья поступила в редакцию 22.11.2022; одобрена после рецензирования 01.12.2022; принята к публикации 05.12.2022.

The article was submitted 22.11.2022; approved after reviewing 01.12.2022; accepted for publication 05.12.2022.

Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.