

**Ладыкова Татьяна Ивановна**

канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный

университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

зав. лабораторией экономического образования

МГУ имени М.В. Ломоносова

**Чжао Ян**

бакалавр

Университет МГУ–ППИ

г. Шэнчжэн, Китайская Народная Республика

## **НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССОВ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*Аннотация:* в статье рассмотрены базовые подходы к процессам декарбонизации в настоящее время, их недостатки в аспекте построения и использования системы индикаторов, выступающей основой для исследования данной проблематики. Предложен алгоритм оценки процессов декарбонизации с использованием метода главных компонент и кластерного анализа. Данный подход позволяет осуществить сквозное исследование процессов декарбонизации на уровне федеральных округов, в рамках конкретного федерального округа, а также сгруппировать субъекты Российской Федерации в несколько кластеров с сопоставимыми сильными и слабыми характеристиками декарбонизации. Предложенный методологический подход может использоваться в деятельности федеральных и региональных органов управления с целью повышения социальной и экономической эффективности процессов декарбонизации с использованием инструментария индикативного планирования.

*Ключевые слова:* декарбонизация, качество экономического роста, региональная экономика, кластерный анализ, индикативное планирование.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Чувашской Республики №23-28-10317, <https://rscf.ru/project/23-28-10317/>*

Большое внимание, уделяемое в мире климатической повестке, обуславливает актуальность исследования состояния и динамики процессов декарбонизации в субъектах Российской Федерации. Это связано с тем, что парниковые газы целого ряда специалистов отрицательно влияют на общий температурный фон планеты.

Анализируя зарубежные публикации за последние пять лет, авторы пришли к выводу, что можно выделить несколько основных направлений применительно к которым рассматриваются экономические аспекты процессов декарбонизации, что в свою очередь обуславливает выбор тех или иных индикаторов.

1. Муниципальный уровень – Stewart R. (Stewart, 2023).
2. Отраслевой уровень – Wei Q. (Wei, Q. & Liu, Y., 2023).
3. Уровень страны – Becker S. (Becker, S. & Demski, C., 2023).
4. Бизнес аспекты декарбонизации – Costa E. (Costa E. & Fontes M., 2023),
5. Технологические аспекты декарбонизации – Wilson C. (Wilson C. & Grübler A., 2020).

6. Отдельно выделим региональный уровень процессов декарбонизации, что актуально для таких крупных стран как Индия, Китай, Россия или США – Diner G. (Diner G. & Bataille C., 2023), Burke P. (Burke P. & Beck F., 2022), Wang, P. (Wang P. & Zhao S., 2022), Ren N. (Ren N. & Zhang X., 2022).

В зависимости от набора используемых индикаторов можно выделить узкий подход, когда используется небольшое их число, характеризующих в основном выбросы парниковых газов, и расширенный – при котором применяется система индикаторов, включающая не только поступление в атмосферу газообразных веществ, но и эффективность использования различных видов природных ресурсов, например, воды, а также экологическую эффективность производственных процессов на той или иной территории.

Узкий подход может реализовываться с использованием следующих основных индикаторов:

– мировые цены на нефть, темпы изменений в области технологий с низким уровнем выбросов и внутренняя климатическая политика (Diner G. & Bataille C., 2023);

– экспорт энергии и продуктов с нулевым выбросом углерода: прямой экспорт возобновляемой электроэнергии по подводным кабелям, экспорт топлива с нулевым выбросом углерода, такого как зеленый водород, экспорт «зеленых» металлов, полученных из австралийских руд с использованием возобновляемых источников энергии (Burke P. & Beck F., 2022);

– выбросы CO<sub>2</sub> при производстве электроэнергии, также предлагается использовать стратегическое планирование переходного периода с целью минимизации социальных, экономических и энергетических проблем (Tranoulidis A. & Sotiropoulou R-EP., 2022);

– выбросы CO<sub>2</sub> и углеродоемкость при производстве стали в 44 странах. При этом отмечается, что региональные различия в производстве стали и их влияние на энергетическую и углеродную эффективность изучаются редко (Wang P. & Zhao S., 2022).

При расширенном подходе предлагалась система индикаторов, включающая 27 показателей, которые отражают не только выбросы CO<sub>2</sub>, но и использование воды, например, сокращение потребления воды на 10 000 юаней ВВП, а также соотнесенные с ВВП следующие показатели: выбросы промышленных газов (куб.м / юань), промышленные выбросы CO<sub>2</sub> (т / 10 тыс. юаней), сброс промышленных сточных вод (т / 10 тыс. юаней), промышленные выбросы, содержащие кислород (т / 10 тыс. юаней), твердые промышленные отходы (т / 10 тыс. юаней) (Ren N. & Zhang X., 2022).

Общими недостатками рассмотренных выше подходов к построению систем индикаторов анализа, прогнозирования и планирования процессов декарбонизации выступают, во-первых, невозможность оценки улучшения (ухудшения) экологической ситуации применительно к отдельному гражданину, во-

вторых, затруднительность анализа воздействия процессов декарбонизации на социальные проблемы, в-третьих, проблематичность выявления корреляции между экономической эффективностью и декарбонизацией, в-четвертых, отсутствие учета региональной специфики процессов декарбонизации и их дифференциации.

Мы считаем, что показатели, задействованные для оценки процессов декарбонизации в Российской Федерации, должны соответствовать следующим основным принципам (Ladykova & Danilov, 2020):

- системности, т.е. показатели должны отражать всю совокупность (основные составляющие) анализируемых (прогнозируемых) процессов декарбонизации;

- фиксируемости, т.е. показатели должны быть количественными и получаемыми с минимальными затратами;

- разумной достаточности, например, «разумным» числом показателей по мнению работников органов управления субъектов Российской Федерации являются 30–40 показателей;

- сопоставимости по регионам названий и единиц измерения показателей,

- адекватности – к примеру, минимальный набор показателей, отражающих только выбросы парниковых газов, не позволяет объективно оценить состояние, вектор и динамику изменения процессов декарбонизации в социальной и экологической сферах.

Исходя из вышесказанного можно предложить следующую методику исследования процессов декарбонизации в Российской Федерации с учетом ее региональной специфики. На первом этапе отбираются индикаторы, характеризующие те или иные стороны декарбонизации. На втором – определяются значения отобранных индикаторов на одного жителя (социальный аспект декарбонизации) и на единицу валового регионального продукта (ВРП) (экономическая эффективность декарбонизации).

На третьем этапе производится нормализация полученных величин с целью недопущения необъективного превалирования тех или иных заданных рас-

четных индикаторов, обладающих высокой дисперсией, а также возможности сопоставления разнородных индикаторов, например, кг на одного жителя и куб.м на тыс. руб. ВРП. На четвертом этапе используется метод главных компонент для определения их числа и факторную структуру корреляции с расчетными индикаторами. Данный метод позволяет уменьшить размерность исследуемого массива данных без потери достоверности. При этом на основе 30–40 индикаторов с использованием расчетных формул задаются несколько главных компонент (3–7).

На пятом этапе рассчитывается модель для расчета показателя декарбонизации для каждого анализируемого объекта на основе полученных на предыдущем этапе значений главных компонент и их доли общей дисперсии. На шестом этапе осуществляется исследование социальных и экономических аспектов процессов декарбонизации в разрезе федеральных округов. На этой основе становится возможным ранжирование ФО в зависимости от величины показателя декарбонизации, а также определение их слабых и сильных сторон как в сравнении между собой, так и Российской Федерацией в целом.

На седьмом этапе задается федеральный округ для последующего анализа субъектов РФ, которые его составляют. Это может быть, например, лидер или аутсайдер среди федеральных округов. На восьмом этапе реализуется кластерный анализ всех субъектов РФ на основе полученных значений главных компонент и показателей декарбонизации. Данный анализ позволяет сформировать несколько кластеров, включающих субъекты РФ, обладающих сопоставимыми значениями главных компонент и, соответственно, социальной и экономической эффективностью процессов декарбонизации.

Полученные результаты могут быть использованы федеральными и региональными органами власти для более эффективного регулирования процессов декарбонизации, в т.ч. и с использованием инструментария индикативного планирования.

### ***Список литературы***

1. Becker S. Public perceptions of heat decarbonization in Great Britain / S. Becker, C. Demski, W. Smith [и др.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/wene.492> (дата обращения: 19.06.2024).

2. Burke P. Contributing to regional decarbonization: Australia's potential to supply zero-carbon commodities to the Asia-Pacific / P. Burke, F. Beck, E. Aisbett [и др.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123563> (дата обращения: 19.06.2024).

3. Costa E. Transformative Business Models for Decarbonization: Insights from Prize-Winning Start-Ups at the Web Summit / E. Costa, M. Fontes, N. Bento [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/su151814007> (дата обращения: 19.06.2024).

4. Diner G. Regional variability and its impact on the decarbonization of emissions-intensive, trade-exposed industries in Canada / G. Diner, C. Bataille, M. Jaccard [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/14693062.2023.2200380> (дата обращения: 19.06.2024).

5. Ladykova T. Indicative planning of the innovative development of a federal state in the context of the activation of unforeseen factors of a radical nature (at example of the COVID-19 pandemic) / T. Ladykova, I. Danilov [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021015008> (дата обращения: 19.06.2024).

6. Ren N. Influencing Factors and Realization Path of Power Decarbonization – Based on Panel Data Analysis of 30 Provinces in China from 2011 to 2019 / N. Ren, X. Zhang, D. Fan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/ijerph192315930> (дата обращения: 19.06.2024).

7. Stewart R. Decarbonization of Buildings in Canadian Cities: Using Property Assessed Clean Energy (PACE) Financing to Attract Private Capital / R. Stewart [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4623612> (дата обращения: 19.06.2024).

8. Tranoulidis A. Decarbonization and Transition to the Post-Lignite Era: Analysis for a Sustainable Transition in the Region of Western Macedonia / A. Tranoulidis, R. Sotiropoulou, K. Bithas [и др.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/su141610173> (дата обращения: 19.06.2024).

9. Wang P. Regional disparities in steel production and restrictions to progress on global decarbonization / P. Wang, S. Zhao, T. Dai [и др.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112367> (дата обращения: 19.06.2024).

10. Wei Q. A digital twin framework for real-time ship routing considering decarbonization regulatory compliance / Q. Wei, Y. Liu, Y. Dong [и др.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.114407> (дата обращения: 19.06.2024).

11. Wilson C. Granular technologies to accelerate decarbonization / C. Wilson, A. Grübler, N. Bento [и др.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1126/science.aaz8060> (дата обращения: 19.06.2024).