

Экономика окружающей среды

Механизм управления декарбонизацией и коммерческие интересы бизнеса*

А. Н. Мельник¹, И. Е. Наумова²,

К. А. Ермолаев¹, М. С. Кузьмин¹

¹ *Казанский (Приволжский) федеральный университет (Казань, Россия)*

² *Университет Хартфорда (Западный Хартфорд, США)*

Вклад промышленных корпораций в реализацию стратегий декарбонизации остается недостаточным. На основе экспериментальных расчетов подтверждена гипотеза об отсутствии механизмов сопряжения целевых ориентиров декарбонизации и коммерческих интересов корпораций. Разработаны теоретические и методологические основы механизма управления декарбонизацией, включающего создание подсистем взаимного согласования ее целей с коммерческими интересами бизнеса и настройки деятельности корпораций на достижение индикаторов низкоуглеродного развития. Теоретической платформой для этого механизма послужили идеи концепции декаплинга и теории «зеленой» оркестрации. Результаты анализа подтвердили возможность применять разработанные подходы для создания механизма управления декарбонизацией.

Ключевые слова: декарбонизация, декаплинг, зеленая оркестрация.

JEL: O30, Q43, Q50.

Введение

Проблема декарбонизации касается практически всех слоев мирового сообщества. Интересы внешних по отношению к корпорациям стейкхолдеров представлены прежде всего общественными объединениями и организациями, регулирующими органами разных стран, финан-

Мельник Александр Николаевич (amelnik21@gmail.com), д. э. н., проф., г. н. с. НОЦ по исследованию проблем развития рыночных отношений в условиях глобализации мировой экономики КФУ; *Наумова Ирина Евгеньевна* (naumova@hartford.edu), PhD, проф. Университета Хартфорда; *Ермолаев Кирилл Андреевич* (ermolaev.kirill.a@gmail.com), к. э. н., доцент, доцент кафедры инноваций и инвестиций КФУ; *Кузьмин Михаил Сергеевич* (m-kuzmin@mail.ru), к. э. н., доцент, доцент кафедры инноваций и инвестиций КФУ.

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-00171.

совыми и банковскими структурами, убежденными в необходимости использовать ESG-механизмы (environmental, social, and governance, или экология, социальная политика и корпоративное управление) при решении проблем декарбонизации. Для них критерием эффективности принимаемых решений выступает либо абсолютное уменьшение выбросов парниковых газов (ПГ), либо их относительное снижение при росте объемов производства и потребляемых ресурсов. Для внутренних стейкхолдеров в лице представителей бизнеса, включая акционеров, инвесторов и менеджмент компаний, традиционным ориентиром остается достижение желаемой нормы прибыли на вложенный капитал, в том числе в проекты по снижению выбросов ПГ.

Базовые положения классической экономической теории рассматривают ориентацию на максимизацию прибыли и удовлетворение интересов акционеров в качестве побудительного мотива деятельности фирм (Friedman, 1970). Однако с позиции теории корпоративного управления и участия в нем заинтересованных сторон (Freeman, 1984) ситуация серьезно меняется. Теперь фирмы должны выполнять требования и нести ответственность не только перед внутренними, но и перед внешними стейкхолдерами. Поэтому в сферу интересов компаний начинают входить экологические и социальные результаты, определяющие основные направления ESG-деятельности (Порфирьев и др., 2022).

Происходящие климатические изменения сильно влияют на сложившийся баланс рыночных сил. Это может иметь негативные последствия для функционирования корпораций различных отраслей (França et al., 2023), сталкивающихся с риском утраты своих конкурентных преимуществ (Dagnino et al., 2021) и с необходимостью пересмотреть традиционные подходы к их формированию (Sartal et al., 2023). В таких условиях важно определить направления адаптации стратегических решений для достижения целей декарбонизации и обоснования возможности снизить выбросы ПГ (Berger-Schmitz et al., 2023). Их включение в сферу приоритетных интересов бизнеса требует реформирования стратегий его развития для создания новых конкурентных преимуществ. Одной из важнейших проблем, существенно ограничивающих возможности бизнеса, выступает отсутствие механизма управления декарбонизацией с учетом его интересов. Поэтому в данной работе были сформированы теоретические и методологические основы построения такого механизма.

Теоретические основы механизма управления декарбонизацией

Формирование механизма управления декарбонизацией предполагает построение двух подсистем, направленных на: а) взаимное согласование целей декарбонизации с коммерческими интересами бизнеса; б) настройку коммерческих интересов корпораций для достижения целей декарбонизации. Теоретической платформой в первом случае послужила концепция декаплинга, во втором — теория «зеленой» оркестрации.

Проблемы согласования интересов стейкхолдеров

Несмотря на различия интересов стейкхолдеров относительно ожидаемых результатов декарбонизации, можно утверждать, что в конечном счете они сводятся к повышению эффективности инвестиций за счет увеличения их ожидаемой отдачи. Причем в условиях ужесточения финансовых ограничений в мире актуальность повышения эффективности при реализации проектов декарбонизации будет возрастать.

В экологических исследованиях принимаемые решения традиционно оцениваются с учетом влияния экономического роста на экологические показатели на основе определения величины либо произведенной продукции на единицу использованных ресурсов (ресурсоотдача), либо затраченных ресурсов на производство единицы конечной продукции (ресурсоемкость). С принятием стратегий низкоуглеродного развития все большее значение стали придавать сокращению выбросов ПГ (Almatar, 2023), которые могут рассчитываться как в абсолютном, так и в относительном выражении. Их сокращение выступает необходимым условием перехода к устойчивому развитию, но при этом недостаточным, поскольку это соответствует интересам внешних стейкхолдеров, но не учитывает интересы внутренних в получении отдачи на вложенный капитал.

Как правило, все подходы к экономической оценке инвестиций базируются на сопоставлении ожидаемых стоимостных результатов с произведенными затратами. Введение экологической составляющей в систему принятия решений определяет необходимость расширения цепочки измерений до триады «парниковые выбросы — результаты — затраты». При этом бизнес должен соблюдать климатические нормативы по величине выбросов ПГ и иные возможные ограничения (Башмаков, 2022). Однако пока отсутствуют подходы к решению проблемы взаимного сопряжения декарбонизации и коммерческих интересов бизнеса.

Декаплинг как базовая платформа механизма взаимного согласования целей

Методология определения эффекта декаплинга используется для измерения связи между экономическим ростом, ресурсопотреблением и загрязнением окружающей среды (Fischer-Kowalski et al., 2011), в основе которого лежит установление их взаимных изменений в динамике (Victor, 2015). Достижение этого эффекта означает снижение экоинтенсивности при экономическом росте (De Haan, 2004), темп которого должен превышать темпы роста потребления ресурсов или загрязнения окружающей среды. Поэтому эффект декаплинга может рассматриваться в качестве одного из показателей движения к низкоуглеродному развитию.

Выделяют декаплинг ресурсный и воздействия. Первый подразумевает сокращение объемов использования первичных ресурсов (энергии, воды, минерального сырья и др.) на единицу экономического результата (Jackson, 2009). Второй предполагает увеличение объема

выпуска при одновременном снижении экологической нагрузки на окружающую среду (объемов выбросов загрязняющих веществ, сбросов сточных вод и др.; Meadows, 2008).

При наличии эффекта декаплинга экономика развивается интенсивно, что сопровождается либо относительным, либо абсолютным снижением нагрузки на природу в процессе хозяйственной деятельности. В случае его отсутствия экономика развивается на экстенсивной основе за счет либо дополнительного вовлечения природных ресурсов в производство, либо усиления вредного воздействия на окружающую среду. Однако использование основных идей, заложенных в концепции декаплинга в его классическом представлении, имеет ряд ограничений, препятствующих его применению для решения стратегических проблем декарбонизации на корпоративном уровне управления. Во-первых, результаты определения эффекта декаплинга используются в основном для оценки качества экономического роста с позиции ранее свершившихся событий и до настоящего времени не рассматриваются с точки зрения активного управления процессами декарбонизации, отражая его пассивный характер. Во-вторых, оценка различных видов декаплинга проводится на основе парных зависимостей, причем не учитывается возможное влияние соотношений, увязывающих между собой достижение экологических и экономических показателей, что препятствует взаимному согласованию интересов внешних и внутренних стейкхолдеров.

«Зеленая» оркестрация как базовая платформа механизма настройки показателей

Теория оркестрации ресурсов (RO) ориентирована на согласование экономических показателей на корпоративном уровне управления для достижения поставленных целей развития на основе эффективного использования имеющихся ресурсов (Asiaei et al., 2022). Ее возможности были значительно расширены в результате введения процедур «зеленой» оркестрации ресурсов (Green resource orchestration, GRO). При этом GRO стала рассматриваться как способность фирмы координировать и управлять структурированием, объединением и использованием ресурсов для создания экономической ценности компании при одновременном получении экологических преимуществ (Andersén, 2023). В таком понимании «зеленая» оркестрация ресурсов нацелена на решение задач активного управления ими. Центральное место в системе GRO отводится формированию механизмов оркестрации¹ для реализации конкретных прикладных задач на различных уровнях управления. В основе их построения лежит требование обеспечить

¹ В русском языке более привычным представляется понимание термина «оркестрация» как процесса настройки отдельных элементов системы на достижение конечных целей ее функционирования. Термин «настройка» широко используется в технических и инженерных науках в процессе конструирования создаваемых систем с заданными тактико-техническими характеристиками. Под ней будем понимать процессы активного управления для достижения целевых показателей, предполагающего настройку других. Процессы корректировки рассматриваются нами как исправления, внесенные в ранее выполненные расчеты.

координацию и синхронизацию всех элементов системы управления ресурсами для достижения поставленных целей (Sirmon et al., 2007).

Однако сформированные теоретические подходы к проведению «зеленой» оркестрации имеют ряд недостатков. Во-первых, все они направлены на координацию и синхронизацию, как правило, лишь в одном направлении — с позиции влияния производственной деятельности на снижение выбросов ПГ. Во-вторых, остаются неисследованными проблемы определения обратного влияния процессов декарбонизации на реализацию финансовых целей корпорации. В-третьих, даже в постановочном плане не рассматриваются условия настройки необходимых параметров для согласования целей декарбонизации с коммерческими интересами бизнеса.

Методологические основы разработки механизма сопряжения целей декарбонизации и коммерческих интересов бизнеса

Все задачи, решаемые в рамках разрабатываемого механизма сопряжения, предлагается объединить и рассматривать в рамках двух подсистем (рис. 1). Первая подсистема направлена на взаимное согласование целей декарбонизации с коммерческими интересами бизнеса. Вторая предполагает настройку коммерческих интересов бизнеса на достижение индикаторов низкоуглеродного развития. Основные идеи концепции декаплинга будут адаптированы к решению соответствующей проблемы в первом случае, а теории «зеленой» оркестрации — во втором (Melnik et al., 2024).

Проблема взаимного согласования интересов внешних и внутренних стейкхолдеров

Выявленные недостатки ограничивают сферу потенциального применения эффекта декаплинга. В частности, это касается оценки ресурсного декаплинга и декаплинга воздействия на основе парных зависимостей. Данное ограничение не позволяет увязать в единой цепочке взаимоотношений в триаде «парниковые выбросы — затраты — результаты» различные виды декаплинга и обеспечить согласование интересов внешних и внутренних стейкхолдеров. Для его преодоления будем опираться на ранее полученные результаты.

Наличие эффектов прямого и обратного взаимного влияния различных компонентов в триаде «инновации — энергоэффективность — декарбонизация» позволило выявить механизмы проявления системы прямых и обратных взаимосвязей (Melnik et al., 2023). При этом выбор целевой модели предлагается определять в зависимости от того, какой компонент триады будет рассматриваться в качестве результирующего.

В дополнение к традиционно оцениваемым эффектам декаплинга воздействия и ресурсного было предложено использовать финансовый декаплинг для соизмерения темпов изменения финансовых результатов



Источник: составлено авторами.

Рис. 1

компании и выбросов ПГ. При такой постановке величину декаплинга воздействия можно определить по формуле:

$$f_1 = \frac{x_1(t_p)}{x_3(t_p)}, t_p \in T, \quad (1)$$

где: $x_1(t_p)$ — изменение выбросов ПГ в период t_p , которое задается как соотношение соответствующих показателей в конце и начале периода; $x_3(t_p)$ — изменение объемов производства в период t_p , которое задается как соотношение соответствующих показателей в конце и начале периода.

Величину ресурсного декаплинга предложено определять по формуле:

$$f_2 = \frac{x_2(t_p)}{x_3(t_p)}, t_p \in T, \quad (2)$$

где $x_2(t_p)$ — изменение объемов энергопотребления в период t_p , которое задается как соотношение соответствующих показателей в конце и начале периода.

Значение финансового декаплинга предлагаем определять по формуле:

$$f_3 = \frac{x_1(t_p)}{x_4(t_p)}, \quad t_p \in T, \quad (3)$$

где $x_4(t_p)$ — изменение прибыли компании в период t_p , которое задается как соотношение соответствующих показателей в конце и начале периода.

Целевое состояние, при котором темпы экономического развития возрастают с одновременным уменьшением выбросов ПГ, характеризует декаплинг воздействия с учетом динамики $x_1(t_p)$ и $x_3(t_p)$. Для его получения необходимо минимизировать f_1 с одновременным соблюдением следующих ограничений:

$$x_1(t_p) < 1; \quad x_3(t_p) > 1. \quad (4)$$

Для получения ресурсного декаплинга требуется минимизировать f_2 с одновременным соблюдением следующих ограничений:

$$x_2(t_p) < 1; \quad x_3(t_p) > 1. \quad (5)$$

Для получения финансового декаплинга нужно минимизировать f_3 с одновременным соблюдением следующих ограничений:

$$x_1(t_p) < 1; \quad x_4(t_p) > 1. \quad (6)$$

Математическая постановка решаемой задачи направлена на минимизацию функций f_1, f_2, f_3 для получения декаплинга воздействия, ресурсного и финансового на всем интервале планирования T :

$$\text{minimize: } f_i, \quad i \in \{1, 2, 3\}. \quad (7)$$

При этом должно выполняться следующее ограничение:

$$x_1(t_p) < x_2(t_p) < 1 < x_3(t_p) < x_4(t_p); \quad t_p \in [T_b, T_e]. \quad (8)$$

Целевая функция (7) ориентирована на получение эффектов декаплинга, учитывая изменения показателей x_1, x_2, x_3, x_4 на всем временном интервале T , начиная с даты T_b до даты T_e . Это определяет границы планирования и учитывает изменение показателей на этом интервале.

Важная роль отводится введенному ограничению (8). Установленные соотношения отдельных показателей позволяют учесть их динамику и отразить имеющиеся между ними связи, обеспечивая согласование целей декарбонизации с коммерческими интересами компаний. Подобная постановка развивает наши методологические подходы (Melnik et al., 2024). Можно ввести дополнительные ограничения на значения рассматриваемых показателей (классификацию см. в: Finel, Tapio, 2012) с выделением слабого, экспансивного, сильного и других видов декаплинга или с учетом требований компаний. Таким образом, введенное ограничение (8) можно рассматривать в качестве эталонного динамического соотношения, устанавливающего граничные значения темпов роста показателей компаний для согласования целей декарбонизации с коммерческими интересами бизнеса.

Оценка меры сходства между планируемой и эталонной динамикой показателей

Выявление возможного расхождения между планируемой динамикой показателей в стратегических документах компаний и их эталонным соотношением оценивается после проведения экспериментальных расчетов. Наличие расхождения определяет необходимость количественно измерить меру сходства. Значение меры сходства Ω предлагается оценивать на основе расчета нормированного расстояния между матрицами, соответствующими планируемой и эталонной динамике показателей (Melnik et al., 2019). Измерение величины меры сходства будем проводить в диапазоне от 0 до 100%. Полученные результаты можно использовать для оценки взаимного согласования целей декарбонизации с коммерческими интересами бизнеса при выполнении эталонного соотношения (8) между различными видами декаплинга.

Достижение максимального уровня будет означать соответствие рассчитанных показателей их эталонной динамике. Наличие возможных отклонений между планируемой и эталонной динамикой различных показателей предусматривает необходимость перевода разрабатываемого механизма в режим подсистемы настройки на достижение желаемого результата.

Методологические основы механизма настройки

Для преодоления выявленных ограничений теории «зеленой» оркестрации будем опираться на результаты, которые относятся к разработке методологических основ перехода к активному управлению стратегическим развитием корпораций (Melnik et al., 2019). В основе их формирования лежит объединение возможных подходов в два класса аналитических задач с разработкой оригинальных алгоритмов процедур настройки.

Прямые задачи

Первый класс решаемых задач предполагает исследование влияния изменения исходных показателей на результирующий при сохранении динамики развития. Такие задачи относятся к классу задач исследовательского прогнозирования и в рамках нашего анализа рассматриваются в качестве прямых. С точки зрения процессов управления стратегическим развитием корпораций решение прямых задач носит пассивный характер и предполагает получение прогнозных оценок на основе экстраполяции выявленных тенденций на будущее развитие. В этом случае процесс согласования целей декарбонизации с коммерческими интересами бизнеса сводится к *корректировке* исходной информации на основе анализа соответствия прогнозных значений показателям, зафиксированным в стратегических документах компании.

Обратные задачи

Второй класс решаемых задач имеет иную направленность и предполагает достижение фиксированного значения целевой функции к определенному моменту времени. Их решение ориентировано на установление предельно допустимых значений индикаторов компании, при которых будут достигнуты целевые результаты ее стратегического развития. В этом случае для них проводятся процедуры *настройки* показателей. Такие задачи относятся к классу задач нормативного прогнозирования и в рамках проводимого исследования рассматриваются в качестве обратных. С точки зрения процессов управления их решение, в отличие от прямых, носит активный характер.

Разрабатываемый механизм предусматривает возможность согласования интересов внешних и внутренних стейкхолдеров при настройке в двух режимах. Первый предполагает обеспечение интересов внутренних стейкхолдеров в виде получения желаемого финансового результата, для достижения которого проводится настройка темпов снижения выбросов ПГ. Второй режим направлен на обеспечение интересов внешних стейкхолдеров — достижения необходимых темпов снижения выбросов ПГ, для чего проводится настройка желаемого размера получаемой прибыли.

Анализ результатов решения прямых и обратных задач позволит обнаружить предельно допустимые условия для сопряжения целей декарбонизации и коммерческих интересов компаний. На этой основе можно выявить стратегические направления их согласования.

Экспериментальная апробация разработанного механизма

Для экспериментальной апробации разработанных методологических подходов были выбраны десять ведущих международных интегрированных нефтегазовых компаний, официально провозгласивших достижение целей устойчивого развития приоритетом своей деятельности: Equinor, Total, Eni, Repsol, BP, OMV, Chevron, Petrobras, ExxonMobil, Occidental. Такой выбор объясняется, во-первых, тем, что на их долю приходится примерно 15% объема мирового нефтегазового рынка; во-вторых, их передовыми позициями при проведении работ по декарбонизации, накопленным опытом и достигнутыми результатами; в-третьих, широкой поддержкой со стороны гражданского общества и национальных правительств.

Нами был использован метод корреляционно-регрессионного анализа для получения предварительной оценки согласованности стратегий декарбонизации с коммерческой деятельностью в исследуемых компаниях и проведено их соответствующее ранжирование. По результатам анализа были построены модели, представленные на рисунке 2. Модели 1, 3 и 5 с фиксированными эффектами, остальные — со случайными. Коэффициенты регрессии в них статистически значимые. Подтвердилась исходная гипотеза об отсутствии согласованности

Результаты корреляционно-регрессионного анализа

1	$\hat{ebitda} = 9333,99 + 10,4 \times volume$	Объем добычи нефти (volume) оказывает значимое положительное влияние на прибыль от продаж (ebitda). При этом рост производства может увеличить объемы выбросов и потребовать дополнительные затраты на экологические мероприятия
2	$\hat{ebitda} = 8030,0 + 384,0 \times emiss$	Объем выбросов парниковых газов (emiss) оказывает значимое положительное влияние на прибыль от продаж (ebitda). При этом увеличение выбросов сопровождается более высокими объемами добычи и, соответственно, увеличением прибыли. Потенциальные риски связаны с возможными штрафами и предопределяют вложение инвестиций в сокращение выбросов
3	$\hat{emiss} = 37,0 + 0,00428 \times volume$	Объем добычи нефти (volume) оказывает значимое положительное влияние на выбросы парниковых газов (emiss) и предопределяет необходимость внедрения новых технологий и повышения энергоэффективности
4	$\hat{emiss} = 22,3 + 0,0434 \times consump$	Энергопотребление (consump) оказывает значимое положительное влияние на выбросы парниковых газов (emiss) и предопределяет необходимость повышения энергоэффективности на основе внедрения новых технологий
5	$\hat{emiss} = 20,1 + 0,00434 \times volume + 0,0348 \times consump$	Объем добычи (volume) и энергопотребление (consump) оказывают значимое положительное влияние на выбросы парниковых газов (emiss). Это указывает на взаимосвязь между увеличением объема добычи, энергопотреблением и выбросами, что требует реализации комплексного подхода
6	$\hat{volume} = 541,0 + 21,6 \times emiss$	Выбросы парниковых газов (emiss) оказывают значимое положительное влияние на объем добычи (volume), предопределяя необходимость поддержания между ними определенного соотношения
7	$\hat{volume} = 1200,0 + 0,563 \times consump$	Объемы энергопотребления (consump) оказывают значимое положительное влияние на объем добычи (volume), предопределяя необходимость поддержания между ними определенного соотношения
8	$\hat{invest} = 29,2 + 42,3 \times emiss$	Выбросы парниковых газов (emiss) оказывают значимое положительное влияние на инвестиции в экологические мероприятия (invest), предопределяя необходимость поддержания между ними определенного соотношения

Источник: составлено авторами.

Рис. 2

индикаторов декарбонизации с коммерческими интересами бизнеса, зафиксированными в стратегических документах компаний.

Результаты расчета средней меры сходства по анализируемым компаниям представлены в таблице 1. В целом не было выявлено ни одной компании, соответствующей эталонному динамическому соотношению (8), что также подтверждает исходную гипотезу исследования.

Т а б л и ц а 1

Результаты расчета средней меры сходства (в %)

	Equinor	Total	Eni	Repsol	BP	OMV	Chevron	Petrobras	Exxon Mobile	Occidental
Средняя мера сходства Ω	50,08	55,67	47,17	47,17	49,92	58,42	47,17	64,08	47,25	66,75

Источник: рассчитано авторами.

Настройка индикаторов согласования целей декарбонизации с коммерческими интересами бизнеса

Экспериментальная апробация разработанного механизма была проведена применительно к компании ExxonMobil, у которой мера сходства составляет 47,25%.

Решение прямых задач

Для решения прямых задач по ретроспективным данным об объемах выбросов ПГ за 2009–2021 гг. была построена модель авторегрессии. Результаты расчетов представлены в стлб 2 и 3 таблицы 2. Состав учитываемых параметров может быть значительно расширен в зависимости от специфики решаемой задачи и наличия исходной информации. На финансовые результаты компании сильно влияет волатильность мировых цен на нефть. Их колебания могут привести как к увеличению, так и к снижению прибыли, что усложняет прогнозирование коммерческих показателей при решении задач стратегического развития в условиях нестабильного рынка. Стлб 4–9 таблицы 2 рассчитаны на основе полученных ранее корреляционно-регрессионных моделей 1, 5, 6 (см. рис. 2), отражающих взаимосвязи показателей развития нефтегазовых компаний.

Т а б л и ц а 2

Результаты решения прямой задачи для ExxonMobil

Период	Выбросы ПГ		Объем энергопотребления		Объем добычи		Прибыль от продаж	
	абсолютная величина, млн т CO ₂ -экв.	в % к предыдущему году	абсолютная величина, тыс. кВт·ч	в % к предыдущему году	абсолютная величина, млн куб. м	в % к предыдущему году	абсолютная величина, млн долл.	в % к предыдущему году
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2021	103,00	100,98	1500,00	100,00	1557,00	93,63	52 788,00	288,71
2022	105,84	102,75	2111,10	140,74	2827,05	181,57	40 234,03	76,22
2023	104,78	99,00	2083,68	98,70	2804,30	99,20	39 986,09	99,38
2024	103,74	99,00	2056,52	98,70	2781,78	99,20	39 740,62	99,39
2025	102,71	99,00	2029,64	98,69	2759,49	99,20	39 497,59	99,39
2026	101,69	99,00	2003,03	98,69	2737,41	99,20	39 256,98	99,39
2027	100,67	99,00	1976,68	98,68	2715,56	99,20	39 018,77	99,39
2028	99,67	99,00	1950,59	98,68	2693,92	99,20	38 782,92	99,40
2029	98,68	99,00	1924,77	98,68	2672,50	99,20	38 549,42	99,40
2030	97,70	99,00	1899,20	98,67	2651,29	99,21	38 318,25	99,40

Примечание. Полу жирным шрифтом выделены фактические показатели 2021 г.

Источник: рассчитано авторами.

Проведенный анализ позволил установить, что прогнозируемое снижение выбросов ПГ до 97,7 млн т CO₂-экв. к 2030 г. будет сопровождаться сокращением объемов добычи нефти и соответственно прибыли от продаж. При этом полученный в результате решения

прямой задачи показатель 97,7 млн т CO₂-экв. к 2030 г. на 18% выше, чем целевой ориентир, зафиксированный в стратегических документах ExxonMobil², который предусматривает снижение выбросов до 82,6 млн т CO₂-экв. Это не отвечает ожиданиям внешних стейкхолдеров компании, сформулированным в ее документах.

Можно сделать вывод, что даже при сохранении сложившихся рыночных тенденций заложенная траектория стратегического развития компании не позволяет достичь декларируемых целей в сфере декарбонизации и их согласование с коммерческими интересами бизнеса. Рассчитанная средняя мера сходства сократилась до 39,8%, что на 7,45 п. п. ниже среднего значения за 12 лет (см. табл. 1). Это означает, что решение прямых задач в режиме корректировки исходных значений и их неупорядоченного перебора, как и предполагалось, не обеспечивает согласование интересов различных стейкхолдеров.

Решение обратных задач

В отличие от прямых, решение обратных задач направлено на установление предельных значений, при которых будут достигнуты целевые показатели деятельности компании ExxonMobil, зафиксированные в ее стратегических документах. При расчетах в первом режиме был выявлен желаемый финансовый результат компании, для достижения которого проводится настройка темпов снижения выбросов ПГ. За основу был принят прогноз развития мирового рынка нефти от U.S. Energy Information Administration (сценарий роста по 0,04% в год)³, который был сформирован с учетом возможной волатильности цен.

Логика решения обратных задач аналогична решению прямых, однако расчеты проводятся в обратном направлении — от прибыли компании (стлб 2 в табл. 3) к расчету предельных значений выбросов ПГ (стлб 8, 9 в табл. 3). Результаты решения обратной задачи в первом режиме представлены в таблице 3.

Из анализа полученных результатов следует, что для сохранения темпов роста объемов добычи нефти и достижения в 2030 г. ее величины на уровне 1,6 млрд куб. м компания ExxonMobil должна ограничить выбросы ПГ в пределах 49,67 млн т CO₂-экв., что почти в 2 раза ниже их текущего и в 1,6 раза — целевого показателей. Это потребует либо сократить объем энергопотребления, либо почти в два раза снизить прибыль от продаж, что противоречит интересам внутренних стейкхолдеров. Рассчитанная средняя мера сходства составляет 46,6%, что на 6,8 п. п. выше, чем в случае прямых задач, но сопоставимо со средним значением за 12 лет (см. табл. 1). Таким образом, решение обратных задач в первом режиме также не обеспечивает согласование интересов различных стейкхолдеров.

² ExxonMobil announces ambition for net zero greenhouse gas emissions by 2050. https://corporate.exxonmobil.com/news/news-releases/2022/0118_exxonmobil-announces-ambition-for-net-zero-greenhouse-gas-emissions-by-2050

³ International Energy Outlook 2023. <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/data.php>

**Результаты решения обратной задачи для ExxonMobil
в первом режиме**

Период	Прибыль от продаж		Объем добычи		Объем энергопотребления		Выбросы ПГ	
	абсолютная величина, млн долл.	в % к предыдущему году	абсолютная величина, млн куб. м	в % к предыдущему году	абсолютная величина, тыс. кВт-ч	в % к предыдущему году	абсолютная величина, млн т CO ₂ -экв.	в % к предыдущему году
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2021	52 788,00	288,71	1557,00	93,63	1500,00	100,00	103,00	100,98
2022	42 701,69	80,89	1563,23	100,40	587,38	39,16	47,33	45,95
2023	29 520,23	69,13	1569,48	100,40	594,92	101,28	47,61	100,61
2024	23 393,05	79,24	1575,76	100,40	602,49	101,27	47,91	100,61
2025	22 233,33	95,04	1582,06	100,40	610,09	101,26	48,20	100,61
2026	22 747,44	102,31	1588,39	100,40	617,72	101,25	48,49	100,61
2027	23 343,50	102,62	1594,74	100,40	625,38	101,24	48,78	100,61
2028	23 677,61	101,43	1601,12	100,40	633,07	101,23	49,08	100,61
2029	23 810,28	100,56	1607,53	100,40	640,79	101,22	49,38	100,60
2030	23 881,43	100,30	1613,96	100,40	648,55	101,21	49,67	100,60

Примечание. Полу жирным шрифтом выделены фактические показатели 2021 г. и целевые показатели прибыли от продаж и объема добычи к 2030 г.

Источник: рассчитано авторами.

Поэтому нами была решена обратная задача во втором режиме, ориентированном на обеспечение интересов внешних стейкхолдеров по достижению желаемого уровня снижения выбросов ПГ, для чего была проведена настройка темпов изменения финансовых результатов компании. В результате было установлено, что запланированное снижение величины выбросов парниковых газов со 103 млн т CO₂-экв. в 2021 г. до 82,6 млн т к 2030 г. будет сопровождаться снижением объемов добычи нефти и соответственно прибыли от продаж на 35% от уровня 2021 г. Рассчитанная средняя мера схождения увеличилась до 63,6%, что на 16,35 п. п. выше среднего значения за 12 лет (см. табл. 1). Это означает частичное снятие противоречий между интересами внутренних и внешних стейкхолдеров. Улучшить результат можно при пересмотре стратегии развития компании с позиции эффектов взаимного влияния различных компонентов в триаде «инновации — энергоэффективность — декарбонизация» (Melnik et al., 2023).

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы. Во-первых, были выявлены возможности управления деятельностью корпораций для взаимного согласования целей декарбонизации с их финансовыми интересами на основе разработанного механизма сопряжения. Во-вторых, подтверждена необходимость включения проблем декарбонизации в систему стратегического управления корпораций для получения новых конкурентных преимуществ. В-третьих, расширены представления относительно возможностей и направлений формирования «эффективной, целостной и сбалансированной системы стратегического целеполагания, планирования

и прогнозирования научно-технологического развития»⁴ в результате использования предлагаемых подходов для согласования интересов различных стейкхолдеров на корпоративном уровне управления.

Заключение

Проведенное исследование — одно из первых, в котором разрабатывается механизм управления декарбонизацией для сопряжения интересов внешних и внутренних стейкхолдеров. При этом он не связан с ужесточением налогового регулирования, повышением ESG-требований со стороны финансовых и инвестиционных организаций и введением квотирования на торговлю выбросами ПГ.

Были разработаны теоретические и методологические основы механизма управления декарбонизацией для сопряжения ее целей и коммерческих интересов бизнеса, предполагающие объединение комплекса решаемых задач в две подсистемы. Функционирование первой направлено на построение механизма взаимного согласования целей декарбонизации с коммерческими интересами бизнеса, а второй — на создание механизма настройки коммерческих интересов корпораций для достижения целей декарбонизации.

Теоретической основой построения механизма взаимного согласования стали базовые положения концепции декаплинга, а механизма настройки — теории «зеленой» оркестрации. Разработанный подход может рассматриваться в качестве методологической основы для перехода к активному управлению процессами взаимного сопряжения деятельности в сфере декарбонизации и стремления бизнеса к получению прибыли, а также согласования интересов внешних и внутренних стейкхолдеров.

Результаты экспериментальной апробации подтвердили возможность применения этого подхода при формировании механизма управления декарбонизацией. Некоторые ограничения связаны с возможной погрешностью относительно корректности использования статистической информации и ее достаточности для выявления тесноты связи между различными индикаторами развития промышленных корпораций. Направления дальнейших исследований предполагают адаптацию разработанных подходов применительно к макроэкономическим и региональным условиям функционирования национальных экономик, включая российскую, а также научное сопровождение работ по адаптации к изменениям климата, сохранению и рациональному использованию природных ресурсов, введенной Указом Президента РФ в состав приоритетных направлений научно-технологического развития страны⁵.

⁴ Указ Президента РФ № 145 от 28 февраля 2024 г. «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358>

⁵ Указ Президента РФ № 529 от 18 июня 2024 г. «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоёмких технологий». <http://kremlin.ru/acts/news/74328>

Список литературы / References

- Башмаков И. А. (2022). Углеродное регулирование в ЕС и российский сырьевой экспорт // Вопросы экономики. № 1. С. 90–109. [Bashmakov I. A. (2022). Carbon regulation in the EU and Russian raw material exports. *Voprosy Ekonomiki*, No. 1, pp. 90–109. (In Russian).] <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2022-1-90-109>
- Порфирьев Б. Н., Широков А. А., Колпаков А. Ю., Единак Е. А. (2022). Возможности и риски политики климатического регулирования в России // Вопросы экономики. № 1. С. 72–89. [Porfiriev B. N., Shirov A. A., Kolpakov A. Y., Edinak E. A. (2022). Opportunities and risks of the climate policy in Russia. *Voprosy Ekonomiki*, No. 1, pp. 72–89. (In Russian).] <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2022-1-72-89>
- Almatar K. M. (2023). Towards sustainable green mobility in the future of Saudi Arabia cities: Implication for reducing carbon emissions and increasing renewable energy capacity. *Heliyon*, Vol. 9, No. 3, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13977>
- Andersén J. (2023). Green resource orchestration: A critical appraisal of the use of resource orchestration in environmental management research, and a research agenda for future study. *Business Strategy and the Environment*, Vol. 32, No. 8, pp. 5506–5520. <https://doi.org/10.1002/bse.3433>
- Asiaei K., Bontis N., Alizadeh R., Yaghoubi M. (2022). Green intellectual capital and environmental management accounting: Natural resource orchestration in favor of environmental performance. *Business Strategy and the Environment*, Vol. 31, No. 1, pp. 76–93. <https://doi.org/10.1002/bse.2875>
- Berger-Schmitz Z., George D., Hindal C., Perkins R., Travaille M. (2023). What explains firms' net zero adoption, strategy and response? *Business Strategy and the Environment*, Vol. 32, No. 8, pp. 5583–5601. <https://doi.org/10.1002/bse.3437>
- Dagnino G. B., Picone P. M., Ferrigno G. (2021). Temporary competitive advantage: A state-of-the-art literature review and research directions. *International Journal of Management Reviews*, Vol. 23, No. 1, pp. 85–115. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12242>
- De Haan M. (2004). *Accounting for goods and bads*. Voorburg: Statistics Netherlands.
- Finel N., Tapio P. (2012). Decoupling transport CO₂ from GDP. *FFRC eBook*, No. 1/2012 Helsinki: Finland Futures Research Centre, University of Turku.
- Fischer-Kowalski M. (2011). *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth: A report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel*. New York: United Nations Environment Programme.
- França A., López-Manuel L., Sartal A., Vázquez X. H. (2023). Adapting corporations to climate change: How decarbonization impacts the business strategy–performance nexus. *Business Strategy and the Environment*, Vol. 32, No. 8, pp. 5615–5632. <https://doi.org/10.1002/bse.3439>
- Freeman R. E. (1984). *Stakeholder management: A stakeholder approach*. Marshfield, MA: Pitman Publishing.
- Friedman M. A. (1970). Friedman doctrine – the social responsibility of business is to increase its profits. *New York Times Magazine*, Vol. 13, pp. 32–33.
- Jackson T. (2009) *Prosperity without growth: Economics for a finite planet*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849774338>
- Meadows D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer*. London: Earthscan.
- Melnik A. N., Ermolaev K. A., Kuzmin M. S. (2019). Mechanism for adjustment of the companies innovative activity control indicators to their strategic development goals. *Global Journal of Flexible Systems Management*, Vol. 20, No. 3, pp. 189–218. <https://doi.org/10.1007/s40171-019-00210-z>
- Melnik A., Naoumova I., Ermolaev K. (2023). Adapting innovation development management processes to improve energy efficiency and achieve decarbonization goals. *Foresight and STI Governance*, Vol. 17, No. 1, pp. 51–66. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2023.1.51.66>

- Melnik A. N., Naoumova I., Ermolaev K. A., Kuzmin M. S. (2024). The aligning of decarbonisation and company performance goals. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, article 2450014. <https://doi.org/10.1142/S1464333224500145>
- Sartal A., León F., Bellas R. (2023). Integrating Industry 4.0 technologies into lean thinking for the development of efficient, low-carbon processes. In: K. Antosz, J. Sa, M. Jasiulewicz-Kaczmarek, J. Machado (eds.). *Lean thinking in Industry 4.0 and services for society*. Hershey, PA: IGI Global, pp. 1–28. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5606-4.ch001>
- Sirmon D. G., Hitt M. A., Ireland R. D. (2007). Managing firm resources in dynamic environments to create value: Looking inside the black box. *Academy of Management Review*, Vol. 32, No. 1, pp. 273–292. <https://doi.org/10.5465/amr.2007.23466005>
- Victor P. A. (2015). The Kenneth E. Boulding memorial award 2014: Ecological economics: A personal journey. *Ecological Economics*, Vol. 109, pp. 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.11.009>
-

The mechanism of matching decarbonization goals with corporate performance

Alexander N. Melnik¹, Irina E. Naoumova²,
Kirill A. Ermolaev¹, Mikhail S. Kuzmin^{1,*}

Authors affiliation: ¹Kazan Federal University (Kazan, Russia);

²University of Hartford (West Hartford, CT, USA).

*Corresponding author, email: m-kuzmin@mail.ru

The implementation of decarbonization strategies requires more active involvement of industrial corporations. Their motivation is rather low because they are not able to incorporate their profitability goals in the decarbonization process. The literature on orchestrating the corporate performance and decarbonization goals is limited. The purpose of this study is to develop theoretical and methodological foundations of the decarbonization management mechanism allowing for mutual coordination of corporate performance and decarbonization goals through adjusting corporate indicators and low-carbon targets. The theoretical foundations of the study have been the concept of decoupling of corporate indicators and the concept of green orchestration. The empirical results have validated the methodology used to develop a decarbonization management mechanism.

Keywords: decarbonization, decoupling, green orchestration.

JEL: O30, Q43, Q50.