

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.1  
ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 10.06.2026 № 11

О присуждении Цветкову Павлу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора экономических наук.

Диссертация «Углеродная экономика замкнутого цикла как инструмент устойчивого развития промышленности» по специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности) принята к защите 02 марта 2026 г., протокол заседания № 2, диссертационным советом ГУ.1 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 24.10.2022 № 1660 адм, с изменениями от 21.07.2025 № 947 адм, от 21.11.2025 № 1526 адм.

Соискатель, Цветков Павел Сергеевич, 12 июля 1990 года рождения, защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность) на тему «Оценка экономической устойчивости горнорудных предприятий на основе динамического подхода» в 2015 году в диссертационном совете, созданном на базе государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Диплом кандидата наук КНД № 015504 от 30 июня 2015 года утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 15.12.2015 г. №1624/нк-1.

Соискатель, Цветков Павел Сергеевич, работает доцентом кафедры организации и управления, а также является начальником управления по публикационной деятельности в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

В 2024 г. Цветкову Павлу Сергеевичу присвоено ученое звание доцента по специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (аттестат ДОЦ № 17095).

Диссертация выполнена на кафедре организации и управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор экономических наук, профессор **Череповицын Алексей Евгеньевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра организации и управления, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

**Бобылев Сергей Николаевич** – доктор экономических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», кафедра экономики устойчивого развития и природопользования, заведующий кафедрой;

**Ильинский Александр Алексеевич** – доктор экономических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Высшая школа производственного менеджмента, профессор;

**Потравный Иван Михайлович** – доктор экономических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», базовая кафедра «Управление проектами и программами Капитал Групп», профессор;  
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург**, в своем положительном отзыве, подписанном Бездудной Анной Герольдовной, доктором экономических наук, профессором, заведующим кафедрой менеджмента и инноваций, председателем заседания, Дымовой Ольгой Олеговной, ассистентом той же кафедры, секретарем заседания, и утвержденном Горбашко Еленой Анатольевной, доктором экономических наук, профессором, проректором по научной работе, указала, что ценность представленных автором результатов заключается в разработке системных решений, позволяющих по-новому взглянуть на проблему

декарбонизации промышленности и предложить реальные пути ее решения в условиях, когда традиционные подходы демонстрируют свою ограниченность.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 7 статей – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), 21 статья – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Соискателем получены 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 27,5 печатных листов, в том числе 19,69 печатных листа – соискателя.

***Основные публикации в изданиях из Перечня ВАК:***

1. Васильцова, В.М. Методические подходы к оценке экономической устойчивости предприятий / В.М. Васильцова, **П. С. Цветков** // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2014. – № 5(56). – С. 147-151. (№ 999 Перечня ВАК от 01.12.2013)

*Соискателем предложен подход к пониманию сущности экономической устойчивости предприятия, являющейся составным элементом системы устойчивого развития промышленных отраслей. Представлена авторская методика оценки уровня устойчивости горнорудных предприятий и способ оценки резервов его повышения. Значимость резервов повышения устойчивости, в том числе в аспектах, связанных с низкоуглеродным развитием, впоследствии была показана соискателем в рамках анализа опыта реализации проектов сокращения выбросов CO<sub>2</sub> компаниями различных отраслей промышленности.*

2. **Цветков, П.С.** Проблемы оценки экономической устойчивости горнодобывающих предприятий / **П. С. Цветков** // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета (Предыдущее название: Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов (с 1994 по 2014 год)). – 2014. – № 5(89). – С. 132-135. (№ 971 Перечня ВАК от 01.12.2013)

*Соискателем предложены методические подходы к пониманию и оценке экономической устойчивости горнодобывающих предприятий как динамической комплексной характеристики их эффективности и процесса достижения целей устойчивого развития. Эти подходы в дальнейшем нашли отражение в методиках соискателя, предложенных для изучения взаимосвязи между показателями экономического развития и выбросами парниковых газов, в том числе CO<sub>2</sub>.*

3. Череповицын, А.Е. Экономическая оценка проектов CCS-EOR на примере месторождений Ямало-Ненецкого автономного округа / А.Е. Череповицын, **П.С. Цветков**// Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2018. – № 5(61). – С. 62–72. (№ 1821 Перечня ВАК от 30.11.2018)

*Соискателем выполнены систематизация и анализ информации об отдельных технологических цепочках CCS, что стало основой для системного описания текущего состояния и тенденций развития обширного перечня технологий секвестрации углекислого газа. Выполнена оценка технико-экономических показателей проектов повышения нефтеотдачи (CO<sub>2</sub>-EOR) на месторождениях Ямало-Ненецкого автономного округа. Это позволило сформулировать рекомендации о возможности использования подобных технологических схем в условиях России.*

4. **Цветков, П.С.** Роль технологий утилизации CO<sub>2</sub> (CCU) в развитии углеродной экономики замкнутого цикла / **П. С. Цветков** // Экономика и управление. – 2025. - Т. 31. - № 10. - С. 1329–1338. (№ 3068 Перечня ВАК от 01.07.2025)

*Соискателем определены ключевые риски развития проектов CCU, такие как высокая капиталоемкость, длительные сроки реализации, технологические барьеры улавливания и утилизации CO<sub>2</sub>. Доказано, что CCU представляет собой пока недооцененную, но стратегически значимую группу низкоуглеродных технологий, способную в перспективе поддержать баланс между промышленным развитием и достижением климатических целей. Сделан вывод о том, что развитие углеродной экономики замкнутого цикла соответствует национальным интересам России и может стать значимым элементом новой климатической повестки, ориентированной на рациональное использование ресурсов и технологическую модернизацию. Разработана методика построения прогноза сокращения выбросов CO<sub>2</sub> за счет технологий CCU, то есть производства обширного перечня ППУ. Выполнен анализ конъюнктуры рынков этих видов продукции. Методика апробирована, как на глобальных, так и на национальных данных Российской Федерации.*

5. **Цветков, П.С.** Российский нефтегазовый комплекс в условиях перехода к низкоуглеродному развитию: анализ бизнес-моделей компаний / **П.С. Цветков**, А. Андрейчук, Ю.Н. Васильев// Экономика устойчивого развития. - 2025. - № 3(63). стр. 191-203. (№ 3090 Перечня ВАК от 01.07.2025)

*Соискателем разработан методический подход к анализу стратегий развития и бизнес-моделей функционирования нефтегазовых компаний в условиях усиления внимания к повестке устойчивого развития экономики промышленных отраслей. Выполнена апробация разработанного подхода на данных крупнейших российских нефтегазовых компаний, а также интерпретация полученных результатов. Это исследование, среди прочего,*

позволило выделить барьеры и определить потенциал развития бизнес-моделей углеродной экономики замкнутого цикла, в частности проектов секвестрации CO<sub>2</sub>.

6. **Цветков, П.С.** Методологические предпосылки формирования концепции углеродной экономики замкнутого цикла / **П. С. Цветков, А. Андрейчук** // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». – 2025. – Т. 20, № 3. - С. 377–401. DOI 10.17072/1994-9960-2025-3-377-401. (№ 658 Перечня ВАК от 01.07.2025)

*Соискателем выполнен анализ эволюции концепций низкоуглеродного развития и экономики замкнутого цикла. Выявлены закономерности сближения подходов низкоуглеродного развития и экономики замкнутого цикла, что позволило обосновать возникновение новой концепции – углеродной экономики замкнутого цикла, а также разработать ее основополагающие научные положения, в том числе связанные с ее ролью в достижении целей устойчивого развития промышленности. Доказано, что углеродная экономика замкнутого цикла дает возможность рассмотреть техногенные выбросы CO<sub>2</sub> как носителя положительных экстерналий, но только при условии рационального обращения с ними через промышленные процессы утилизации, имеющиеся в различных отраслях.*

7. **Цветков, П.С.** Углеродная экономика замкнутого цикла как инструмент перехода от принципов регулирования к принципам управления выбросами CO<sub>2</sub> / **П.С. Цветков, А. Андрейчук, Ю.Н. Васильев** // Kant. - 2025. - № 4(57). – с. 156 - 161. (№ 76 Перечня ВАК от 25.11.2025)

*Соискателем выделены и систематизированы характеристики концепции УЭЗЦ, позволяющие ей внести существенный вклад как в теорию устойчивого развития, так и практическую реализацию механизмов сокращения выбросов углекислого газа. Обосновано, что УЭЗЦ может стать основой для перехода к проактивному управлению климатическими рисками, позволяя не только снижать выбросы, но и создавать институциональные условия для формирования устойчивой, инновационно-ориентированной низкоуглеродной экономики. Разработаны концептуальные и методологические положения для изучения процесса перехода от принципов регулирования к принципам управления выбросами CO<sub>2</sub>. Выявлены структурные ограничения действующих механизмов климатического регулирования. Разработаны предложения по совершенствованию текущих инструментов регулирования выбросов ПГ.*

**Основные публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:**

8. Fedoseev, S.V. Statement and Mathematical Characterization of the Task of Assessing the Strategic Potential of Fuel and Energy Industry of Russia /

S.V. Fedoseev, A.E. Cherepovitsyn, **P.S. Tsvetkov** // International Journal of Applied Engineering Research. – 2016. - Vol. 11, № 16. - pp. 9002–9006.

Федосеев С.В. Постановка и математическая характеристика задачи оценки стратегического потенциала топливно-энергетического комплекса России / С.В. Федосеев, А.Е. Череповицын, **П.С. Цветков** // Международный журнал прикладных инженерных исследований. – 2016. – Том 11, № 16. – С. 9002-9006.

*Соискателем собран статистический и аналитический материал, необходимый для оценки стратегического потенциала ТЭК России. Выполнен анализ динамики развития отдельных отраслей ТЭК, а также конъюнктуры рынков топливно-энергетических ресурсов. Сформулированы рекомендации по оценке стратегического потенциала подобных отраслевых комплексов с учетом создаваемых ими экономических эффектов на уровне показателя валовой добавленной стоимости, в том числе с учетом необходимости перехода к низкоуглеродным бизнес-моделям на основе широкого перечня технологий, не ограничивающегося возобновляемой энергетикой. Это сыграло роль в разработке принципов управления промышленными выбросами CO<sub>2</sub>.*

9. Nikolaichuk, L.A. Prospects of Ecological Technologies Development in the Russian Oil Industry / L.A. Nikolaichuk, **P.S. Tsvetkov** // International Journal of Applied Engineering Research. – 2016. - Vol. 11, no. 7. - pp. 5271–5276.

Николайчук Л.А. Перспективы развития экологических технологий в российской нефтяной отрасли / Л.А. Николайчук, **П.С. Цветков** // Международный журнал прикладных инженерных исследований. – 2016. – Том 11, № 7. – с. 5271–5276.

*Соискателем сформулированы теоретические и методические положения, связанные с изучением деятельности компаний через призму концепции устойчивого развития. Выполнен анализ перспектив развития природоохранной деятельности в российской нефтяной отрасли в контексте необходимости достижения целей устойчивого развития. Систематизированы ключевые барьеры для развития природоохранной деятельности в российской нефтяной отрасли, охватывающей, среди прочего, и повестку низкоуглеродного развития.*

10. **Tsvetkov, P.** Prospects of CCS Projects Implementation in Russia: Environmental Protection and Economic Opportunities / **P. Tsvetkov**, A. Cherepovitsyn // Journal of Ecological Engineering. – 2016. - Vol. 17, no. 2. - pp. 24–32. DOI: 10.12911/22998993/62282

**Цветков П.** Перспективы развития технологий захвата и захоронения углерода в России: охрана окружающей среды и экономические возможности / **П.С. Цветков**, А.Е. Череповицын // Журнал экологической инженерии. - 2016. - Том 17, № 2. – С. 24-32. DOI: 10.12911/22998993/62282

*Соискателем выполнен анализ международного опыта в области улавливания и хранения CO<sub>2</sub>. Предпринята попытка определить минимальные условия, которые позволяют реализовать проекты улавливания и захоронения CO<sub>2</sub> на российских нефтяных месторождениях. Систематизированы основные аргументы "за" и "против" подобных проектов. Выполнена оценка потенциальной эффективности проектов улавливания и захоронения CO<sub>2</sub> для повышения коэффициента извлечения нефти.*

11. **Tsvetkov, P.** Ecological and economic efficiency of peat fast pyrolysis projects as an alternative source of raw energy resources / **P. Tsvetkov, A. Strizhenok** // Journal of Ecological Engineering. – 2016. - Vol. 17, no. 1. - pp. 56–62. DOI: 10.12911/22998993/61190

**Цветков П.** Экологическая и экономическая эффективность проектов быстрого пиролиза торфа как альтернативного источника сырьевых энергетических ресурсов / **П.С. Цветков, А. Стриженок** // Журнал экологической инженерии. - 2016. - Том 17, № 1. – с. 56–62. DOI: 10.12911/22998993/61190

*Соискателем выполнены анализ и оценка экономической эффективности проектов быстрого пиролиза торфа в целях экологически чистого и экономически эффективного локального энергоснабжения. Сформулированы предложения, способствующие развитию технологий глубокой переработки в российской торфяной отрасли, учитывающие необходимость ее перехода к принципам устойчивого развития.*

12. **Tsvetkov, P.** The History, Present Status and Future Prospects of the Russian Fuel Peat Industry / **P. Tsvetkov** // Mires and Peat. – 2017. - Vol. 19. – Art. 14. DOI: 10.19189/MaP.2016.OMB.256

**Цветков П.** История, современное состояние и перспективы развития российской топливной торфяной промышленности / **П.С. Цветков** // Болота и торф. - 2017. - Т. 19 – ст. 14. DOI: 10.19189/MaP.2016.OMB.256

*Соискателем выполнен обзор истории российской торфяной энергетики, проанализированы перспективы ее дальнейшего эколого-сбалансированного развития. Обоснованы отдельные направления, способствующие ее переходу к принципам устойчивого развития, в том числе в части сокращения выбросов парниковых газов.*

13. Федосеев, С.В. Ключевые факторы общественного восприятия проектов захвата и захоронения углекислого газа / С.В. Федосеев, **П.С. Цветков** // Записки Горного института. – 2019. - Т. 237. - С. 361–368. – DOI: 10.31897/PMI.2019.3.361

*Соискателем разработаны принципы развития и популяризации технологий захвата и захоронения CO<sub>2</sub> в России. Проанализированы и систематизированы ключевые факторы, оказывающие воздействие на*

*восприятие подобных проектов общественностью. Определены основные аргументы за и против развития технологий захвата и захоронения CO<sub>2</sub>. Сформулированы ключевые принципы (из множества разработанных), которые должны быть учтены при разработке стратегии развития этих технологий на территории России.*

14. **Tsvetkov, P.** Public perception of carbon capture and storage: A state-of-the-art overview / **P. Tsvetkov**, A. Cherepovitsyn, S.V. Fedoseev // Heliyon. – 2019. - Vol. 5, no. 12. – Art. e02845. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02845

**Цветков П.** Общественное восприятие улавливания и захоронения углерода: обзор современного состояния исследований / **П. Цветков**, А. Череповицын, С.В. Федосеев // Гелион. - 2019. - Т. 5, № 12. – ст. e02845. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02845

*Соискателем определены 9 ключевых аспектов, формирующих общественное восприятие технологий улавливания, транспортировки и захоронения CO<sub>2</sub>. Собраны, систематизированы и проанализированы материалы научных публикаций с 2002 по 2018 гг., касающихся данного вопроса. Показано, что наибольшее внимание уделяется хранению CO<sub>2</sub>, в то время как его улавливание и транспортировка плохо изучены с точки зрения общественного восприятия. Выявлены системные проблемы и барьеры социального характера, преодоление которых может позволить ускорить масштабирование проектов улавливания, транспортировки и захоронения CO<sub>2</sub>.*

15. **Tsvetkov, P.S.** The Changing Role of CO<sub>2</sub> in the Transition to a Circular Economy: Review of Carbon Sequestration Projects / **P. Tsvetkov**, A. Cherepovitsyn, S. Fedoseev // Sustainability. – 2019. - Vol. 11, no. 20. - Art. 5834. DOI: 10.3390/su11205834

**Цветков П.** Изменяющаяся роль CO<sub>2</sub> при переходе к экономике замкнутого цикла: обзор проектов секвестрации углерода / **П. Цветков**, А. Череповицын, С.В. Федосеев // Устойчивость. - 2019. - Т. 11, № 20. – ст. 5834. DOI: 10.3390/su11205834

*Соискателем была проанализирована обширная статистическая и аналитическая база данных Национальной библиотеки энергетических технологий (NETL) и Глобального института CCS (GCCSI). Выполнен ретроспективный анализ динамики улавливания CO<sub>2</sub> в рамках проектов секвестрации и построен прогноз этого тренда до 2029 года, что позволило сделать предварительные выводы о начале формирования отрасли секвестрации углекислого газа и подтвердить их статистическим анализом. Реализована количественная оценка риска задержки или отмены реализации подобных проектов. Предложена идеологическая и методологическая основа для формирования концепции углеродной экономики замкнутого цикла.*

16. **Цветков, П.С.** Анализ специфики организации проектов малотоннажного производства СПГ / **П.С. Цветков, С.В. Федосеев** // Записки Горного института. – 2020. - Т. 246. - с. 678–686. DOI: 10.31897/PMI.2020.6.10

*Соискателем проведен обзор публикаций, посвященных изучению проектов производства и распределения малотоннажного сжиженного природного газа, для определения специфики их организации в сравнении с проектами большей тоннажности. Выделены ключевые специфические черты функционирования подобных малотоннажных секторов экономики, характерных не только для индустрии сжиженного природного газа, что позволило установить схожие тенденции в только зарождающейся отрасли секвестрации углекислого газа.*

17. Череповицын, А.Е. Критический анализ методических подходов к оценке устойчивости арктических проектов / А.Е. Череповицын, **П.С. Цветков, О.О. Евсеева** // Записки Горного института. – 2021. - Т. 249. - С. 463–479. DOI: 10.31897/PMI.2021.3.15

*Соискателем выполнен анализ пробелов в научных знаниях по вопросам оценки устойчивости арктических нефтегазовых проектов (НГП) и систематизированы ключевые проблемные элементы подобных оценок. Построена карта методических проблем оценки устойчивости НГП, разделенная на четыре ключевых сектора: учет факторов, определяющих устойчивость; оценка устойчивости; интерпретация результатов оценки; управление устойчивостью. Это позволило сформулировать теоретические и методологические положения анализа эволюционных процессов концепции устойчивого развития экономики промышленных отраслей.*

18. Kopteva, A. Prospects and Obstacles for Green Hydrogen Production in Russia / A. Kopteva, L. Kalimullin, **P. Tsvetkov, A. Soares** // Energies. – 2021. - Vol. 14, no 3. – Art. 718. DOI: 10.3390/en14030718

Коптева А. Перспективы и барьеры производства экологически чистого водорода в России / А. Коптева, Л. Калимуллин, **П. Цветков, А. Соарес** // Энергия. - 2021. - Т. 14, № 3. – ст. 718. DOI: 10.3390/en14030718

*Соискателем разработаны методические положения, необходимые для экономического анализа и оценки эффективности проекта производства зеленого водорода на гидроэлектростанции. Выполнен анализ статистических и аналитических материалов, которые позволили выделить барьеры масштабного развития водородной энергетики. Реализован расчет ключевых показателей рентабельности проекта. Описаны и интерпретированы полученные экономические результаты, показавшие необходимость кратного усиления государственной поддержки этого направления, без которой конкурентоспособность национальных проектов будет существенно ниже ожидаемой.*

19. Iakovleva, E. Technical and Economic Analysis of Modernization of Solar Power Plant: A Case Study from the Republic of Cuba / E. Iakovleva, D. Guerra, **P. Tsvetkov**, Y. Shklyarskiy // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, no. 2. – Art. 822. DOI: 10.3390/su14020822

Яковлева Э. Технико-экономический анализ модернизации солнечной электростанции: на примере Республики Куба / Э. Яковлева, Д. Гиерра, **П. Цветков**, Я. Шклярский // Устойчивость. - 2022. - Т. 14, № 2. – ст. 822. DOI: 10.3390/su14020822

*Соискателем выполнен анализ методических подходов к оценке экономической эффективности солнечных электростанций. Разработаны методические положения для выполнения такого рода экономической оценки с учетом выявленных в этой области методических проблем. Систематизированы аналитические и статистические материалы, уточняющие реальное положение солнечной энергетики в глобальном энергетическом балансе. Это позволило уточнить и систематизировать существующие в отрасли проблемы.*

20. **Tsvetkov, P.S.** Climate Policy Imbalance in the Energy Sector: Time to Focus on the Value of CO<sub>2</sub> Utilization / **P. Tsvetkov** // Energies. – 2021. - Vol. 14, no. 2. – Art. 411. DOI: 10.3390/en14020411

**Цветков, П.С.** Дисбаланс климатической политики в энергетическом секторе: фокус на значимость утилизации CO<sub>2</sub> / **П. Цветков** // Энергия. - 2021. - Т. 14, № 2. – ст. 411. DOI: 10.3390/en14020411

*Соискателем доказана необходимость диверсификации существующих направлений климатической политики и более объективного учета потенциала технологии утилизации и захоронения CO<sub>2</sub> в рамках разрабатываемых стратегий низкоуглеродного развития. Обоснована необходимость пересмотра роли углеводородной промышленности как основы для развития производственных цепочек отрасли секвестрации CO<sub>2</sub>, способной создавать положительные экономические эффекты. Сформулированы теоретические и методологические положения совершенствования климатической политики за счет развития механизмов управления выбросами CO<sub>2</sub>. Обоснована необходимость учета положительных экстерналий при реализации проектов секвестрации углекислого газа.*

21. Andreichuk, A. Study of the Relationship between Economic Growth and Greenhouse Gas Emissions of the Shanghai Cooperation Organization Countries on the Basis of the Environmental Kuznets Curve / A. Andreichuk, **P. Tsvetkov** // Resources. – 2023. - Vol. 12, no. 7. - Art. 80. DOI: 10.3390/resources12070080

Андрейчук А. Изучение взаимосвязи между экономическим ростом и выбросами парниковых газов в странах Шанхайской организации

сотрудничества на основе экологической кривой Кузнецца / А. Андрейчук, **П. Цветков** // Ресурсы. - 2023. - Т. 12, № 7. – ст. 80. DOI: 10.3390/resources12070080

*Соискателем разработаны концепция и методический подход к проверке гипотезы Кузнецца (о взаимосвязи экологических и экономических характеристик развития) для стран Шанхайской организации сотрудничества, что позволило оценить роль промышленного сектора в экономическом развитии рассмотренных стран, а также оценить его связь с выбросами парниковых газов. Разработанные эконометрические модели и определенный перечень статистических тестов позволили оценить роль международных объединений в формировании повестки низкоуглеродного развития, а также выделить некоторые промышленные тенденции, существенные с точки зрения совершенствования климатической политики отдельных стран.*

22. Buslaev, G. Hybrid system of hydrogen generation by water electrolysis and methane partial oxidation / G. Buslaev, Al. Lavrik, An. Lavrik, **P. Tsvetkov** // International Journal of Hydrogen Energy. – 2023. - Vol. 48, no. 63. - pp. 24166-24179. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2023.03.098

Буслаев Г. Гибридная система получения водорода путем электролиза воды и частичного окисления метана / Г. Буслаев, Ал. Лаврик, Ан. Лаврик, **П. Цветков** // Международный журнал по водородной энергетике. - 2023. - Том 48, № 63 – С. 24166-24179. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2023.03.098

*Соискателем разработаны концепция и методический подход к оценке экономической эффективности технологической схемы производства водорода, которая была предложена соавторами. Собраны и систематизированы необходимые для этого данные. Построены экономические модели, позволившие выполнить оценку. Выполнены описание и интерпретация полученных результатов, которые показали конкретные барьеры развития водородной энергетики в текущих условиях РФ, а также пути их преодоления в долгосрочной перспективе, что могло бы внести вклад в достижение целей устойчивого развития экономики промышленности.*

23. **Tsvetkov, P.S.** The impact of economic development of primary and secondary industries on national CO<sub>2</sub> emissions: The case of Russian regions / **P. Tsvetkov**, A. Andreichuk, O. Kosarev // Journal of Environmental Management. - 2023. - Vol. 351. - p. 119881. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.119881

**Цветков, П.С.** Влияние экономического развития первичных и вторичных отраслей промышленности на национальные выбросы CO<sub>2</sub>: на примере России / **П. Цветков**, А. Андрейчук, О. Косарев // Журнал экологического менеджмента. - 2023. - Том 351 – 119881. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.119881

*Соискателем разработаны концепция и методология исследования, включая гипотезы о взаимосвязи дисбаланса развития страна и дисбаланса выбросов парниковых газов, объясняемой различиях (и сходствах) в структуре и масштабах промышленного производства. Выполнен анализ влияния первичного и вторичных секторов экономики на выбросы углекислого газа на субнациональном уровне в России в период с 2005 по 2019 год. Это позволило уточнить неоднородность эколого-экономических характеристик развития промышленных отраслей страны. Выявлено, что численность населения и потребление электроэнергии оказывают наибольшее влияние на выбросы CO<sub>2</sub> в большинстве субъектов страны, что позволило определить ряд ключевых методов их сокращения.*

24. **Tsvetkov, P.S.** Heterogeneity of the impact of energy production and consumption on national greenhouse gas emissions / **P. Tsvetkov**, P. Samuseva // Journal of Cleaner Production. – 2024. - Vol. 434. - p. 139638. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.139638

**Цветков, П.С.** Неоднородность воздействия производства и потребления энергии на национальные выбросы парниковых газов / **П. Цветков**, П. Самусева // Журнал экологически чистого производства. - 2023. - Том 434 – 139638. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.139638

*Соискателем разработаны концепция и методология исследования, включая анализируемые принципы распределения ответственности за выбросы CO<sub>2</sub>. Сформулирована и протестирована гипотеза о неоднородности влияния процессов производства и потребления различных видов энергии на национальные выбросы парниковых газов, что показало невозможность использования моноотраслевого подхода для стабильного и долгосрочного сокращения выбросов в странах с промышленно-ориентированной экономикой. Проанализированы исходные статистические и аналитические материалы. Написан программный код для выполнения оценки обозначенной взаимосвязи. Выполнены описание и интерпретация полученных результатов.*

25. **Tsvetkov, P.** The research of the impact of energy efficiency on mitigating greenhouse gas emissions at the national level / **P. Tsvetkov**, P. Samuseva, L. Nikolaichyk // Energy Conversion and Management. – 2024. - Vol. 314. - p. 118671. DOI: 10.1016/j.enconman.2024.118671

**Цветков, П.** Исследование влияния энергоэффективности на снижение выбросов парниковых газов на национальном уровне / **П. Цветков**, П. Самусева, Л. Николайчук // Журнал преобразования энергии и управления ею. - 2024. - Том 314 – 118671. DOI: 10.1016/j.enconman.2024.118671

*Соискателем разработан методический подход к анализу влияния изменения энергетической эффективности на национальные выбросы*

парниковых газов. Предложена система показателей для оценки энергоэффективности на макроуровне, которая может быть увязана с экономическими и энергетическими характеристиками систем, а также разработана соответствующая эконометрическая модель. Доказано, что глобальная энергоэффективность в течение рассмотренного десятилетия практически не менялась. Обосновано, что цели устойчивого развития 7 и 13, касающиеся доступности энергии и сокращения выбросов, противоречат друг другу и требуют согласования новых механизмов для их достижения.

26. **Tsvetkov, P.** The Analysis of Goals, Results, and Trends in Global Climate Policy Through the Lens of Regulatory Documents and Macroeconomics / **P. Tsvetkov**, A. Andreichuk // Sustainability. – 2025. – Vol. 17. – Art. 4532. DOI 10.3390/su17104532

**Цветков, П.** Анализ целей, результатов и тенденций глобальной климатической политики через призму нормативных документов и макроэкономики / **П. Цветков**, А. Андрейчук // Устойчивость. – 2025. – Том 17. – ст. 4532. DOI 10.3390/su17104532

Соискателем разработаны концепция и методика анализа структуры и тенденций развития глобальной климатической политики, основанные на авторской комбинации аналитических и эконометрических методов. Это позволило выделить ключевые механизмы поддержки низкоуглеродного развития различных отраслей, промышленных комплексов и отдельных предприятий, а также сформулировать предложения о совершенствовании текущих механизмов регулирования выбросов CO<sub>2</sub>. Выполнена декомпозиция уравнения Кайи методом LMDI для всех рассмотренных стран с разделением по уровню дохода, что дало возможность уточнить реальную эффективность различных мер нормативно-правового регулирования в отношении: сокращения выбросов CO<sub>2</sub>, развития возобновляемой энергетики, повышения энергоэффективности.

27. Shabani, Z.D. Do social capital spillovers affect CO<sub>2</sub> emissions? / Z.D. Shabani, **P. Tsvetkov**. // Journal of Cleaner Production. – 2025. – Vol. 522. – 146288. DOI 10.1016/j.jclepro.2025.146288

Шабани З.Д. Влияет ли социальный капитал на выбросы CO<sub>2</sub>? / З.Д. Шабани, **П. Цветков** // Журнал экологически чистого производства. - 2022. - Том 522 – 146288. DOI 10.1016/j.jclepro.2025.146288

Соискателем разработаны теоретические положения, необходимые для оценки влияния социального капитала на выбросы CO<sub>2</sub> региона, имеющего весомое значение для стран с формирующимися рынками. Сформулированы теоретические основы такого влияния, в том числе касающиеся механизмов развития промышленных отраслей.

28. **Цветков, П.С.** Кластерный подход к улавливанию и транспортировке промышленного CO<sub>2</sub>: экономия за счет совместной инфраструктуры / **П.С. Цветков** // Записки Горного института. - 2025. - Т. 275. - С.110-129. EDN ХРАQUN

*Соискателем выполнен обзор текущего состояния технологий улавливания CO<sub>2</sub> в различных отраслях промышленности. Предложено использование кластерного подхода к организации процесса улавливания техногенного CO<sub>2</sub> от промышленных источников. Обоснована возможность сокращения затрат за счет проявления эффекта масштаба при объединении стационарных источников выбросов в единую сеть с совместной инфраструктурой. Разработана модель с применением алгоритмов оптимизации, учитывающая пространственные характеристики источников, объемы выбросов и парциальное давление CO<sub>2</sub> в газовых потоках. Выполнена апробация модели на основе информации о 533 российских промышленных предприятиях энергетической и цементной отраслей, а также черной металлургии.*

**Публикации в прочих изданиях:**

29. Cherepovitsyn, A. Overview of the prospects for developing a renewable energy in Russia / A. Cherepovitsyn, **P. Tsvetkov** // Proceedings of 2017 International Conference on Green Energy and Applications (ICGEA 2017). – 2017. – Art. 11. – DOI: 10.1109/ICGEA.2017.7925466

Череповицын А. Обзор потенциала развития возобновляемой энергетики в России / А. Череповицын, **П. Цветков** // Материалы Международной конференции 2017 года по зеленой энергетике и ее применению (ICGEA 2017). - 2017. - Статья 11. – DOI: 10.1109/ICGEA.2017.7925466

*Соискателем выполнен анализ ресурсного потенциала развития возобновляемой энергетики на территории России. Выделены и систематизированы ключевые национальные барьеры развития этих технологий, а также потенциальные эффекты от их масштабирования.*

30. **Tsvetkov, P.S.** Engagement of resource-based economies in the fight against rising carbon emissions // Energy Reports. – 2022. – Vol. 8, № 2. – P. 874–883. – DOI: 10.1016/j.egyр.2022.05.259

**Цветков П.С.** Вовлечение стран с ресурсной экономикой в борьбу с ростом выбросов углекислого газа // Энергетические отчеты. - 2022. - Т. 8, № 2. – С. 874-883. – DOI: 10.1016/j.egyр.2022.05.259

*Соискателем выполнен обзор ключевых инструментов, используемых для ускоренного развития возобновляемых источников энергии как основного фактора снижения углеродоемкости энергетического сектора, дополненный анализом их значимости с точки зрения стран с ресурсоориентированной экономикой. Показаны различия в восприятии происходящих глобальных*

*процессов низкоуглеродного развития энергетического сектора в странах с разной структурой промышленности. Доказано, что странам с ресурсоориентированной экономикой, при разработке стратегий низкоуглеродного развития промышленности, нецелесообразно опираться исключительно на моноотраслевые решения в сфере энергетики*

***Свидетельства на программы для ЭВМ:***

31. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019611493 Российская Федерация. Программа оценки экономической эффективности инвестиционного проекта методом Монте-Карло. Заявка № 2019610237: заявл. 10.01.2019; опубл. 28.01.2019; **П.С. Цветков**, А.Е. Череповицын, С.В. Наталенко; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – 68 КБ.

*Соискателем сформулирована идея создания программы для оценки экономической эффективности проектов методом Монте-Карло. Разработаны концепция, методическая и алгоритмическая часть программы. Программа обеспечивает выполнение следующих функций: формирование операционного денежного потока с произвольной структурой доходов и расходов; моделирование ключевых показателей экономической эффективности инвестиционных проектов; учет неопределенности исходных данных за счет указания диапазонов их вероятного изменения; построения гистограммы распределения частот значений чистой приведенной стоимости.*

32. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025617009 Российская Федерация. Программа для определения параметров кластеров улавливания CO<sub>2</sub>, состоящих из стационарных промышленных источников выбросов. Заявка № 2025615258: заявл. 13.03.2025; опубл. 20.03.2025; **П.С. Цветков**; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 33 КБ.

*Соискателем разработана программа, предназначенная для автоматизированного определения параметров организации кластеров улавливания CO<sub>2</sub> на основе информации о промышленных объектах в определенной области. Программа осуществляет оптимизацию по трем ключевым параметрам: совокупные затраты на улавливание CO<sub>2</sub> во всей системе; минимизация удельной стоимости улавливания внутри хаба; минимизация совокупных транспортных расходов хабов. Результатом работы программы является определение расположения кластеров, а также*

*оценка совокупных и удельных затрат по схеме полной децентрализации, организации кластеров без общего и с общим трубопроводом.*

33. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025662463 Российская Федерация. Программа для автоматизированного поиска территорий, перспективных с точки зрения организации кластеров улавливания CO<sub>2</sub>. Заявка № 2025661398: заявл. 12.05.2025; опубл. 21.05.2025; **П.С. Цветков**; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 30 КБ.

*Соискателем разработана программа, предназначенная для автоматизированного определения географических территорий, где находятся скопления промышленных источников выбросов CO<sub>2</sub>, с целью создания кластера его улавливания. Программа позволяет выполнить оценку расстояний между всеми объектами-источниками выбросов, находящихся на рассматриваемой территории, на основе чего, с использованием алгоритма DBSCAN, осуществляется поиск оптимального расположения центра кластера. Также расчет дополняются графическим построением географической карты и расчетом интегральных характеристик каждого кластера.*

34. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025663878 Российская Федерация. Программа для многокритериальной оценки и ранжирования углеродных продуктов, произведенных из техногенного CO<sub>2</sub>. Заявка № 2025662323: заявл. 19.05.2025; опубл. 30.05.2025; **П.С. Цветков**; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 50 КБ.

*Соискателем разработана программа, предназначенная для ранжирования различных видов углеродной продукции исходя из набора критериев, определяемых пользователем. Программа позволяет выполнить сценарное ранжирование на основе комбинации методов TOPSIS и энтропийного взвешивания с процедурой верификации весов за счет комбинирования методов CRITIC, энтропийного взвешивания и АНР. На основе выполненных оценок для каждого сформулированного пользователем сценария программа возвращает список рассматриваемых видов углеродной продукции в порядке убывания их соответствия перечню критериев, соответствующих конкретному сценарию.*

***Апробация работы проведена на следующих научно-практических мероприятиях с докладами:***

1. Международная научная конференция «Арктика: история и современность» (г. Санкт-Петербург, 20-21 апреля 2016);

2. XXI Международная научно-практическая конференция «Процессы глобальной экономики. Global Economic Processes» (г. Санкт-Петербург, 26-27 октября 2016);

3. International Conference on Green Energy and Applications (ICGEA 2017) (г. Сингапур, 25-27 марта 2017);

4. International Conference on Energy, Electrical and Power Engineering (CEEPE 2018) (г. Сеул, 15-18 июня 2018);

5. IX Международная научно-практическая конференция «Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения - 2018» (г. Апатиты, 24-28 сентября 2018);

6. 6th International Conference on Power and Energy Systems Engineering, CPSE 2019 (Окинава, Япония, 20-23 сентября 2019);

7. The 4th International Conference on Electrical Engineering and Green Energy, CEEGE 2021 (г. Мюнхен, Германия, 10-13 июня 2021);

8. 8th International Conference on Power and Energy Systems Engineering (CPSE 2021) (Фукуок, Япония, 10-12 сентября 2021);

9. The 4th International Conference on Clean Energy and Electrical Systems (CEES 2022) (г. Токио, Япония, 02-04 апреля 2022);

10. Международная научно-техническая конференция, посвящённая 5-летию Института энергетики «Автоматизация, энергетика и машиностроение: технологии и инновации» (г. Грозный, 14-16 мая 2024 г);

11. XVIII Международная научно-практическая конференция Российского общества экологической экономики (РОЭЭ) «Национальные эколого-экономические и социальные интересы в эпоху больших вызовов» (г. Апатиты, 30 июня - 05 июля 2025 г).

В диссертации Цветкова Павла Сергеевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

*На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:* научного руководителя ФГБУН «Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук», академика РАН, д.э.н., профессора **В.А. Крюкова**; заместителя директора по научной работе ИМЭМО РАН, д.э.н., член-корреспондента РАН **С.В. Жукова**; научного руководителя Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, академика РАН, д.т.н., заслуженного деятеля науки РФ, профессора **В.А. Стенникова**; старшего советника АО "Центр эксплуатационных услуг", д.т.н. **О.В. Жданеева**; заведующей кафедрой экономики ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», д.э.н., доцента **Н.Н. Яшаловой**; заведующей Центром экономики недропользования, нефти и газа ИНГГ СО РАН, д.э.н., профессора **И.В. Филимоновой**; заведующего

кафедрой логистики и управления ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», д.э.н., д.т.н., профессора **А.И. Шинкевича**; заведующего кафедрой производственного и инновационного менеджмента ФГБОУ ВО «ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова», д.э.н., доцента **М.А. Комиссаровой**; профессора отделения экономики и организации производства ФГАОУ ВО «Томский политехнический университет», д.э.н., доцента **И.В. Шарф**; профессора кафедры экономики высокотехнологичных производств ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», д.э.н., профессора **А.М. Колесникова**; профессора высшей школы бизнес-инжиниринга ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», д.э.н., профессора **Н.И. Диденко**; профессора Уфимской высшей школы экономики и управления ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», д.э.н., профессора **В.В. Бирюковой**; профессора кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный институт», д.э.н., доцента **Л.В. Важениной**; г.н.с. отдела региональной экономической политики Института экономики ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», д.э.н. **О.В. Толстогузова** и с.н.с. того же отдела, к.э.н. **В.В. Каргиновой-Губиновой**; доцента кафедры экономики и управления ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», к.э.н., профессора РАН **М.А. Утковой**.

В отзывах изложены положительные заключения о проведенных автором исследованиях, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна и практическая значимость работы, однако, имеются следующие замечания и вопросы:

1. На стр. 23 упоминается использование методов квантильной и квантиль-квантильной регрессии, но не раскрывается, для каких целей использовался каждый из этих методов анализа и как они сочетались для получения результатов, изложенных далее по тексту. (д.э.н. **В.А. Крюков**);

2. На стр. 32 показаны ограничения авторской модели, где «геj – множество пунктов, не вошедших ни в один кластер (с учетом процедуры перераспределения)». Следовало бы пояснить, о какой процедуре перераспределения идет речь. (д.э.н. **В.А. Крюков**);

3. В автореферате представлены прогнозные оценки потенциала утилизации CO<sub>2</sub> до 2050 года (стр. 34), однако не указаны принятые допущения и не раскрыт алгоритм построения прогноза. Не ясно, учитывались ли данные о готовности технологий производства тех или иных видов продукции из уловленного диоксида углерода. (д.э.н. **В.А. Крюков**);

4. При описании разработанной методики многокритериальной оценки продуктов переработки углекислого газа (стр. 35-36) следовало бы более подробно раскрыть процедуру нормирования критериев и выбора весовых коэффициентов, что имеет принципиальное значение для воспроизводимости результатов. (д.э.н. **В.А. Крюков**);

5. Автором указано, что «уточнена сущность категории «углеродный метаболизм», однако, из текста автореферата не вполне ясно, чем предложенная автором трактовка принципиально отличается от существующих в научной литературе определений, и какие именно теоретические пробелы позволяет восполнить данное уточнение. (д.э.н. **С.В. Жуков**);

6. При описании методики поиска перспективных географических областей на основе алгоритма DBSCAN не указаны значения параметров кластеризации (радиус окрестности, минимальное количество источников выбросов), использованные для выделения обозначенных 94 зон. (д.э.н. **С.В. Жуков**);

7. Представленное в таблице 6 описание мер носит обзорный характер и в тексте автореферата не детализируется. Хотелось бы уточнить те изменения в существующей системе нормативного правового регулирования (налоговые льготы, льготные тарифы, «зеленые» закупки и т.д.) которые позволили бы перейти от регулирования к управлению выбросами (таблица 7). (д.э.н. **С.В. Жуков**);

8. Автором рассмотрены технологические цепочки производства 45 видов продуктов переработки углекислого газа и дана их многокритериальная оценка (стр. 34). Вместе с тем, вне текста автореферата остался вопрос о том, насколько рынки сбыта этих продуктов (строительные материалы, топлива, химикаты) готовы к масштабному замещению традиционной продукции на продукцию, полученную из утилизированного CO<sub>2</sub>. (д.э.н. **С.В. Жуков**);

9. Вводя понятие «углеродная экономика замкнутого цикла», не следует забывать о технологиях предотвращения и поглощения в других отраслях экономики (лесное, сельское хозяйство и др.), а также об учете углеродного следа в смежных отраслях, например, по производству ветроколес, турбин и другого оборудования для возобновляемой энергетики. (д.т.н. **В.А. Стенников**);

10. На странице 22 автореферата представлена модель экологической кривой Кузнецца, которая оценивается по 7 регрессорам для стран ШОС. В таблице 5 коэффициент показателя L(REC) (доля ВИЭ, % от общего конечного потребления энергии) является статистически не значимым ( $p = 0.244$ ). Следовало уточнить, что отсутствие статистически значимого влияния доли ВИЭ на совокупные выбросы ПГ не означает, что ВИЭ неэффективны

для секторального сокращения (например, в крупных сетевых источниках энергогенерации и распределенных системах). (д.т.н. **В.А. Стенников**);

11. В автореферате для рисунка 9 следовало бы пояснить, по какому принципу выполнено разделение прогнозов на «средне- и долгосрочные» и «краткосрочные» и насколько они соответствуют документам ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации" (д.т.н. **В.А. Стенников**);

12. Из текста автореферата не ясно, на какие источники информации о технико-экономических характеристиках рассмотренных предприятий (цементные и металлургические предприятия, угольные и газовые электростанции) опирался автор при апробации модели поиска географических зон скопления промышленных объектов, перспективных с точки зрения организации кластеров улавливания и транспортировки CO<sub>2</sub>. (д.т.н. **В.А. Стенников**);

13. В рамках четвертого защищаемого положения автором построена модель оценки эффектов от создания кластеров улавливания и транспортировки CO<sub>2</sub>. Из представленного описания не ясно, использовались ли в рамках этой части исследования данные российских пилотных проектов, например опыт работ на Оренбургском нефтегазоконденсатном месторождении? (д.т.н. **О.В. Жданев**);

14. На рисунке 7 показано, что с помощью авторской модели было выделено 94 географические области скопления эмитентов CO<sub>2</sub>, перспективных с точки зрения создания кластеров его улавливания и транспортировки. Однако из автореферата не ясно, учитывалась ли в рамках предложенной модели возможность транспортировки CO<sub>2</sub>, который по тем или иным причинам не может быть вовлечен в технологические процессы переработки (CCU), до мест потенциального геологического захоронения (CCS)? (д.т.н. **О.В. Жданев**);

15. При описании разработанных бизнес-моделей проектов CCU|S (рисунок 4, стр. 29) стоило уделить больше внимания описанию уровня их «зрелости», наличия примеров реализации в мировой практике и условий выбора той или иной модели. (д.э.н. **Н.Н. Яшалова**);

16. Предложенная автором концепция углеродной экономики замкнутого цикла позиционируется как инструмент устойчивого развития и формируется на стыке двух концепций – экономики замкнутого цикла и низкоуглеродного развития. В этой связи хотелось бы уточнить, каким образом, помимо сокращения выбросов парниковых газов, данная концепция соотносится с другими целями устойчивого развития (например, ЦУР 9 «Индустриализация», ЦУР 12 «Ответственное потребление»). (д.э.н. **Н.Н. Яшалова**);

17. Из автореферата не вполне ясно, охватывает ли предложенная автором концепция перехода «от механизмов регулирования к механизмам управления выбросами CO<sub>2</sub>» исключительно совершенствование государственной климатической политики (налоговое и нормативное регулирование) или же речь идет также о трансформации внутрикорпоративного управления. (д.э.н. **Н.Н. Яшалова**);

18. В автореферате недостаточно четко обозначены методологические ограничения проведенных эконометрических и кластеризационных расчетов (качество и однородность статистики по странам и регионам, чувствительность результатов к выбору показателей). (д.э.н. **И.В. Филимонова**);

19. При заявленном акценте на «углеродную экономику замкнутого цикла» и углеродный метаболизм сравнительно кратко представлены институциональные ограничения и барьеры формирования в России полноценной отрасли секвестрации CO<sub>2</sub> (регуляторная среда, риски углеродного регулирования и санкций, финансовые инструменты). (д.э.н. **И.В. Филимонова**);

20. В разделах, посвященных технологиям ССУ и оценке потенциала продуктов переработки углекислого газа, основное внимание уделено технико-экономическим параметрам и агрегированным сценариям. При этом ограничено рассмотрены вопросы технологической зрелости отдельных решений, отраслевых стандартов качества ППУ и возможных рыночных барьеров их сбыта. (д.э.н. **И.В. Филимонова**);

21. На стр. 19 автореферата автор перечисляет стейкхолдеров, чей вклад способствует интеграции концепций низкоуглеродного развития и экономики замкнутого цикла. Это описание опирается на международный опыт, где этот интеграционный процесс находится на ранней стадии становления. Как автор видит развертывание этого процесса в России, где предлагаемая интеграция не только не сформировалась, но пока даже не является предметом широкого обсуждения? Какие стейкхолдеры могли бы выступить «локомотивами» этого процесса в российских условиях? (д.э.н. **А.И. Шинкевич**);

22. На стр. 33 указано, что информация о промышленных предприятиях, формирующих шесть крупнейших зон концентрации выбросов (выделенных на основе авторской методики), была использована для апробации алгоритма поиска оптимальной конфигурации кластеров улавливания и транспортировки CO<sub>2</sub>. Из текста автореферата не вполне понятно, в каких именно географических областях (субъектах РФ или промышленных узлах) расположены эти шесть зон? (д.э.н. **А.И. Шинкевич**);

23. Автор предлагает меры по повышению эффективности существующих механизмов регулирования с целью поддержки технологий захвата и утилизации CO<sub>2</sub>. Однако из текста автореферата не вполне ясно, предполагается ли постепенное замещение текущих мер поддержки в пользу новых, или же речь идет о дополнении существующего инструментария новыми механизмами? (д.э.н. **М.А. Комиссарова**);

24. В автореферате автором представлен прогноз потенциала сокращения выбросов за счет технологий утилизации CO<sub>2</sub> с горизонтом планирования до 2050 года. Чем обусловлен выбор именно этого горизонта, а не, например, 2060 года, который закреплен в качестве целевого ориентира в Климатической доктрине Российской Федерации? (д.э.н. **М.А. Комиссарова**);

25. В диссертации обосновывается необходимость перехода от регулирования выбросов CO<sub>2</sub> к управлению ими, что предполагает высокую степень межотраслевой координации - создание кластеров улавливания, совместное использование транспортной инфраструктуры, согласование режимов поставок CO<sub>2</sub> между эмитентами и потребителями. Однако из текста автореферата не вполне понятно, какой механизм, по мнению автора, должен быть основным драйвером этой координации. Что может побуждать компании разных отраслей к участию в совместных проектах? И каков предполагаемый уровень экономической эффективности данных проектов? (д.э.н. **И.В. Шарф**);

26. Автором обосновывается необходимость формирования отрасли секвестрации углекислого газа, базой для которой должны стать технологии улавливания, утилизации и захоронения CO<sub>2</sub>. Однако из текста автореферата не совсем понятно, есть ли в существующем нормативно-правовом окружении деятельности углеродоемких предприятий прямые или косвенные предпосылки для легитимации этого направления в качестве элемента стратегии низкоуглеродного развития страны? (д.э.н. **И.В. Шарф**);

27. Предлагаемая автором концепция УЭЗЦ в значительной степени зависит от стимулирования развития технологий улавливания и утилизации CO<sub>2</sub>. Однако в текущих геополитических условиях, характеризующихся санкционным давлением и переориентацией внешнеэкономических связей, реализация этой поддержки может быть затруднена. Какие ключевые шаги, по мнению автора, необходимы для развития этого направления в России? (д.э.н. **А.М. Колесников**);

28. В автореферате представлена модель формирования кластеров улавливания и транспортировки CO<sub>2</sub> (алгоритм показан на рисунке 6). Результаты моделирования показали, что кластерный подход позволяет сократить совокупные затраты до 20%. Не вполне понятно, являются ли полученные значения предельно достижимыми для рассмотренных условий,

или же возможны варианты, обеспечивающие еще большее сокращение? Если да, то за счет каких факторов это возможно? (д.э.н. **А.М. Колесников**);

29. Согласно таблице 4 (стр. 21), в индустриальных странах с высоким уровнем дохода темп роста валовой добавленной стоимости (ВДС) промышленности существенно ниже, чем в большинстве других групп. При этом одновременно наблюдается сокращение энергопотребления. Какие факторы могут способствовать такому неоднородному изменению показателей, помимо отмеченного в тексте «появления новых индустриальных центров роста»? Также следовало отметить в тексте, как за эти же периоды изменились показатели НДС и энергопотребления российской промышленности. (д.э.н. **Н.И. Диденко**);

30. В автореферате (стр. 33) указано, что автором разработана методика выделения географических областей концентрации промышленных источников выбросов на основе плотностного алгоритма пространственной кластеризации (DBSCAN). Однако из текста автореферата не ясно, какие входные параметры алгоритма DBSCAN были использованы и чем обусловлен их выбор? (д.э.н. **Н.И. Диденко**);

31. На стр. 36-37 автор отмечает возможность интеграции целей развития отрасли секвестрации углекислого газа с задачами федеральных и национальных проектов. Учитывая начальный этап развития этого технологического направления, возникает вопрос о последовательности действий, необходимой для такой синхронизации. Как автор видит решение этого вопроса? (д.э.н. **В.В. Бирюкова**);

32. В автореферате показана типологизация бизнес-моделей по степени их децентрализации, но не представлен анализ текущей распространенности этих моделей. Также следовало бы уточнить, какие процессы будут способствовать переход от одних конфигураций к другим. (д.э.н. **В.В. Бирюкова**);

33. В работе широко используется информация из международных баз данных (Международное энергетическое агентство, Всемирный банк, Всемирный валютный фонд и т.д.). Однако не совсем понятно, как обстоят дела с информационным обеспечением этого направления исследований в России? На какие национальные источники и базы данных автор опирался в рамках исследования, в частности, при апробации модели оптимизации кластеров (визуализация результатов показана на рис. 7)? (д.э.н. **Л.В. Важенина**);

34. В автореферате наблюдается некоторая перегруженность англоязычными аббревиатурами (например, CCS, CCU, CCUS, CCU|S) и концептуальными конструкциями, которые могли бы быть раскрыты более

широко (например, углеродный метаболизм, конфигурации бизнес-моделей CCU|S). (д.э.н. **Л.В. Важенина**);

35. Было бы полезно более подробно раскрыть сравнительные преимущества предложенной концепции УЭЗЦ по отношению к альтернативным моделям низкоуглеродного развития, а также конкретизировать условия ее реализации в различных институциональных и отраслевых контекстах. (д.э.н. **Л.В. Важенина**);

36. В описании актуальности автор показывает необходимость значительного снижения выбросов / не утилизированных выбросов (84 % к 2050 году, страница 3), при этом потенциал сокращения выбросов / не утилизированных выбросов благодаря углеродной экономики замкнутого цикла (УЭЗЦ) для долгосрочного периода оценивается в 3,87 млрд т в год (около 11 % от текущего уровня, страница 34). Был бы целесообразен комментарий соискателя о потенциале достижения низкоуглеродной экономики исключительно за счёт внедрения замкнутых циклов углерода. (д.э.н. **О.В. Толстогузов** и к.э.н. **В.В. Каргинова-Губинова**);

37. За рамками автореферата остались некоторые важные пояснения и комментарии, без которых сложно оценить отдельные положения. Например, не приведена оценка изменения экономических показателей применения CO<sub>2</sub> «для производства удобрений, строительных материалов, химикатов и других продуктов промышленного производства» (первая таблица, страница 16). (д.э.н. **О.В. Толстогузов** и к.э.н. **В.В. Каргинова-Губинова**);

38. В работе хорошо отражен теоретический аспект, но, по нашему мнению недостаточно прослеживается праксеологический аспект, который целесообразно усилить при продолжении исследования. Практическое внедрение новой технологии (производственной или управленческой) - это сложный инвестиционный процесс. В работе не даются полные рекомендации, как это делать, исследование остаётся на уровне производственного процесса. Однако проблемы выбора стратегии при сложной структуре ресурсоёмкого рынка с кооперативными и некооперативными стратегиями агентов и всевозможными коллаборациями, приводящими рынок к чемберлинскому типу, остались за кадром. То есть данную работу украсил бы алгоритм выбора стратегии агента, внедряющего предложенные диссертантом рекомендации, где, помимо оценки трансформационных затрат путём составления сметы производственного процесса в условиях низкой волатильности стационарного и идеализированного рынка (бухгалтерский учёт), был бы предложен алгоритм оценки финансовой устойчивости активов агента на основе анализа транзакционных затрат при разных стратегиях поведения игроков на рынке с изменяющейся структурой (экономический учёт). В том числе должны учитываться стратегии поведения игроков на фондовом рынке, тем более, что

80 % инвестиций в «зелёную» экономику - это инвестиции на фондовом рынке (Dai L. [et. al.]. Investing in the Green Economy 2025: Navigating Volatility and Disruption. London. UK: London Stock Exchange Group plc, 2025). (д.э.н. **О.В. Толстогузов** и к.э.н. **В.В. Каргинова-Губинова**);

39. Современный мир быстро меняется и для более полной картины описания необходимых инструментов требуется анализ механизмов управления за период 2020-2025 гг., что обусловлено, в том числе, и мировыми изменениями с акцентом на пандемийный и постпандемийный периоды, затрагивающими множество промышленных объектов, а также описание действующих в настоящее время мер межгосударственного регулирования, дискуссия по которым активно представлена на мировой арене. (к.э.н. **М.А. Уткова**);

40. Конечно, нельзя не отметить тот факт, что в России аспекты ESG-повестки менее распространены, однако приоритетность применения ряда институциональных моделей позволила бы автору сделать акцент на значимости и возможности реализации представленных подходов и методов регулирования выбросов в части сравнения отечественных и зарубежных практик оценки, например, финансовых ресурсов и налоговых льгот. В свою очередь, данный сравнительный анализ подчеркнул бы двойственность природы промышленной деятельности, отраженную в автореферате Цветкова П.С. и подтвердил бы отмеченную в качестве примера климатическую политику Евросоюза, подвергшуюся, по отмеченному мнению, автора, серьезной трансформации в 2024-2025 гг. (к.э.н. **М.А. Уткова**).

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается наличием у них публикаций по темам, связанным с изучением экономических аспектов устойчивого развития в целом, а также отдельных отраслей промышленности, включая вопросы экологосбалансированного и экономически эффективного функционирования углеродоемких производств.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны** теоретические и методологические положения концепции углеродной экономики замкнутого цикла, предполагающие интеграцию принципов низкоуглеродного развития и экономики замкнутого цикла и направленные на переход к моделям организации промышленной деятельности с низким уровнем выбросов парниковых газов за счет рационального обращения с техногенным CO<sub>2</sub> как производственным ресурсом;

**предложен** концептуальный подход к анализу эффектов от выбросов CO<sub>2</sub>, формируемых в межотраслевых цепочках формирования добавленной стоимости, и связанных с проявлением положительных экстерналий

(климатических, технологических, ресурсных, экологических и организационно-отраслевых);

**введена** авторская трактовка понятия «углеродный метаболизм» как совокупности процессов обмена и преобразования углерода в природных и антропогенных системах, управление которыми должно осуществляться хозяйствующими субъектами в целях устойчивого развития, и сформулированы концептуальные положения метаболического подхода как основы перехода от механизмов регулирования выбросов CO<sub>2</sub> к механизмам управления ими;

**разработан** методический инструментарий для экономической оценки эффектов от создания кластеров улавливания и транспортировки техногенного диоксида углерода, а также предложены рекомендации по совершенствованию системы управления выбросами CO<sub>2</sub>, способствующие достижению целей устойчивого развития углеродоемких промышленных отраслей.

**Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:**

**обоснована** недостаточность существующих механизмов регулирования выбросов CO<sub>2</sub>, ориентированных преимущественно на их директивное ограничение в энергетике, и аргументирована целесообразность перехода к принципам управления углеродными потоками в промышленности на основе методологии углеродной экономики замкнутого цикла;

**осуществлен** синтез концепций низкоуглеродного развития и экономики замкнутого цикла, и сформированы теоретические основы и методологическое содержание концепции углеродной экономики замкнутого цикла как самостоятельного научного направления, способствующего достижению целей устойчивого развития промышленности;

**установлены** предпосылки и выявлены условия формирования отрасли секвестрации углекислого газа, что определяет структурные изменения в существующих углеродоемких промышленных отраслях;

**усовершенствованы** механизмы устойчивого развития углеродоемких промышленных отраслей за счет разработки теоретических и методологических положений концепции углеродной экономики замкнутого цикла, способствующих удовлетворению потребностей промышленного сектора в диверсифицированных решениях по сокращению выбросов техногенного CO<sub>2</sub>.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** алгоритм и модель определения зон концентрации промышленных объектов-эмитентов CO<sub>2</sub>, перспективных с точки зрения

организации кластеров улавливания, базирующиеся на плотностном алгоритме кластеризации пространственных данных с присутствием шума (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025662463) (акт о внедрении результатов в ПАО «Газпром» от 17.09.2025, прошедший экспертное рассмотрение на совещании Минэнерго России (Протокол от 23.12.2025 № ПС-311пр));

**разработаны и внедрены** алгоритм и модель оценки экономического эффекта от организации кластеров при реализации улавливания техногенного CO<sub>2</sub> на промышленных стационарных источниках (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025617009) (акты о внедрении результатов в ПАО «Газпром» от 17.09.2025, в ПАО «ОГК-2» от 19.09.2025, в ПАО «Камаз» от 29.09.2025, в ФГАОУ ВО «СПбПУ» от 25.09.2025, , прошедшие экспертное рассмотрение на совещании Минэнерго России (Протокол от 23.12.2025 № ПС-311пр));

**разработаны и внедрены** образовательные материалы, базирующиеся на авторских разработках, в области углеродной экономики замкнутого цикла для проведения лекционных и практических занятий по дисциплинам экономического профиля для специальностей 38.03.02 «Менеджмент» и 38.03.01 «Экономика. Экономика предприятия и организации» (акт о внедрении результатов в Санкт-Петербургском горном университете императрицы Екатерины II от 08.09.2025, прошедший экспертное рассмотрение на совещании Минэнерго России (Протокол от 23.12.2025 № ПС-311пр));

**определены** барьеры развития технологий предотвращения выбросов ПГ в энергетике, включая ВИЭ, производство и энергетическое использование водорода, а также повышение энергоэффективности, выявленные на основе авторских моделей и методических подходов;

**созданы** алгоритм и модель многокритериального анализа продуктов переработки углекислого газа, которые могут быть использованы для согласования ресурсных возможностей производства, ожидаемых показателей реализации проектов утилизации CO<sub>2</sub>, а также целей национальных и федеральных проектов (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025663878) (акт об использовании в АО «НЦ ВостНИИ» от 29.09.2025, прошедший экспертное рассмотрение на совещании Минэнерго России (Протокол от 23.12.2025 № ПС-311пр));

**представлены** рекомендации по диверсификации и повышению эффективности мер регулирования и управления выбросами CO<sub>2</sub> в промышленности, предполагающие воздействие на рынки сбыта продуктов переработки углекислого газа, а также повышение гибкости действующих рыночных механизмов (акты об использовании результатов ФГАУ «НИИ

«ЦЭПП» от 05.09.2025 № 07-1/955, о применении результатов в ФГБУ «ВНИИ Экология» от 12.09.2025, прошедшие экспертное рассмотрение на совещании Минэнерго России (Протокол от 23.12.2025 № ПС-311пр)).

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**теория** углеродной экономики замкнутого цикла, раскрывающая механизмы рационального обращения с техногенным CO<sub>2</sub> как производственным ресурсом, построена на положениях концепций устойчивого развития и экономики замкнутого цикла, согласуется с опубликованными ранее данными по теме диссертации и смежными научными направлениями;

**идея** базируется на результатах обобщения передового мирового опыта формирования механизмов устойчивого развития промышленных углеродоемких отраслей, в частности, сокращения выбросов техногенных парниковых газов, а также критического анализа многочисленных исследований, проведенных отечественными и зарубежными учеными по тематике;

**использованы** представительные массивы данных из обширного числа верифицируемых источников, включая научные публикации в ведущих мировых изданиях, аналитические отчеты крупных международных организаций, статистические данные национальных агентств по рассматриваемой тематике;

**установлено**, что результаты, полученные соискателем, не противоречат результатам исследований других авторов, отраженных в научных трудах, опубликованных в открытой печати;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, инструменты эконометрического анализа, методы технико-экономического моделирования сложных промышленных процессов.

**Личный вклад соискателя состоит в:** формулировке цели, задач, идеи, положений научной новизны, защищаемых положений и основных выводов диссертационного исследования; проведении анализа российской и зарубежной научной литературы, посвященной формированию и реализации механизмов устойчивого развития промышленности; обобщении международного опыта внедрения различных конфигураций проектов секвестрации CO<sub>2</sub>; разработке серии эконометрических моделей, позволяющих выявить ключевые факторы, влияющие на рост выбросов парниковых газов; разработке теоретических положений, методологических подходов и методического инструментария для изучения процесса формирования концепции углеродной экономики замкнутого цикла, а также для экономического анализа и оценки технологий сокращения промышленных выбросов CO<sub>2</sub>; построении прогноза сокращения выбросов за счет развития технологий утилизации углекислого газа с его преобразованием в различные

виды продукции; разработке теоретических и методологических положений, способствующих достижению целей устойчивого развития экономики промышленных отраслей, и выступающих в качестве научной основы для формирования системы управления выбросами CO<sub>2</sub>.

В ходе защиты диссертации критические замечания от членов диссертационного совета высказаны не были.

Соискатель Цветков П.С. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, и привел собственную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы, а также отдельных аспектов проведенного исследования.

На заседании 10 июня 2026 года диссертационный совет принял решение присудить **Цветкову Павлу Сергеевичу** ученую степень доктора экономических наук за разработку теоретических и методологических положений углеродной экономики замкнутого цикла, вносящих существенный вклад в совершенствование научных основ устойчивого развития, что также имеет весомое значение для установления межотраслевых связей в российской промышленности и формирования отрасли секвестрации углекислого газа.

При проведении тайного голосования, диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председательствующий:

Заместитель председателя  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Пономаренко  
Татьяна Владимировна

Васильев  
Юрий Николаевич

10.06.2026 г.