

## **Оценка позитивных и негативных аспектов проектов секвестрации углекислого газа**

**Васильев Ю.Н.**, доцент кафедры организации и управления,  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»,  
Санкт-Петербург, Россия

**Цветкова А.Ю.**, доцент кафедры организации и управления,  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»,  
Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** На сегодняшний день глобальное потепление является актуальной угрозой развития мирового хозяйства. Статья посвящена проблемам оценки проектов секвестрации углекислого газа. Основное внимание в работе уделено оценке позитивных и негативных сторон использования CCS-технологий с учетом как теоретических разработок в данной области, так и влияния современного состояния науки и техники в данной сфере. Дан анализ аргументов «за» и «против» с точки зрения различных аспектов.

**Ключевые слова:** CCS-технологии, климат, секвестрация, углекислый газ, эмиссия.

## **Estimation of positive and negative aspects of carbon dioxide sequestration projects**

**Vasilev Y.N.**, Associate Professor of Organization and Management Department,  
Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia

**Tsvetkova A.Y.**, Associate Professor of Organization and Management Department,  
Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia

**Annotation.** Currently global warming is a relevant threat of the world economy development. The paper concerns the issues of projects assessment of

carbon dioxide sequestration. Basically the work focuses on the assessment of positive and negative sides of using CCS technologies taking into account both theoretical developments and influences of the current state of science and technology in this field. The analysis of pros and cons arguments from the point of view of various aspects is given.

**Keywords:** CCS-technologies, climate, sequestration, carbon dioxide, emission.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №18-18-00210 «Разработка методологии оценки общественной эффективности проектов секвестрации углекислого газа»).**

Деятельность человечества с течением времени приводит ко все более заметным последствиям, которые невозможно не учитывать при долгосрочном планировании устойчивого развития мировой экономики. До недавнего времени учеными не было доказано, что негативное влияние на климат оказывает именно деятельность человека. Однако в настоящее время существуют мнения, что вклад человечества в негативные изменения климата достигает 80 % [2, с. 24]. Вследствие влияния антропогенного фактора меняется химический состав атмосферы: он насыщается парниковыми газами (углекислый газ, метан, закись азота и т.п.), что приводит к риску изменения климата.

Для Российской Федерации разработан ряд сценариев снижения выбросов парниковых газов. Данные сценарии относятся к деятельности энергетического сектора российской экономики и объединены в ряд семейств [2, с. 24]. Приоритетными для реализации в Российской Федерации в настоящее время являются группы сценариев, предусматривающих реализацию ряда специальных мер по ограничению выбросов парниковых газов (сценарии групп «Низкоуглеродная Россия» и «Низкоуглеродная Россия – агрессивная политика») [1].

Для снижения риска негативных изменений климата разработан ряд технологий: применение возобновляемых источников энергии, снижение доли органического топлива, развитие атомной и ядерной энергетики, а также осуществление секвестрации CO<sub>2</sub>.

Технологии секвестрации CO<sub>2</sub> (CCS-технологии) представляют собой комбинацию трех процессов: захват CO<sub>2</sub>, транспортировка и захоронение. Эти процессы существенно отличаются друг от друга с точки зрения возможности технической реализации и опыта использования [7].

Данное исследование посвящено оценке аспектов, которые могут оказать влияние на развитие проектов в области секвестрации углекислого газа как в Российской Федерации, так и за рубежом.

Цель исследования – выявление аргументов «за» и «против» с учетом современных тенденций и факторов. Задачи исследования:

- дать краткий обзор существующих технологий секвестрации CO<sub>2</sub>;
- сформулировать новые аргументы «за» и «против» на основе исследования современных факторов, влияющих на возможности внедрения проектов секвестрации CO<sub>2</sub>.

Технологии секвестрации CO<sub>2</sub> в настоящее время представлены такими видами, как [1, 3, 6, 7, 8, 9]:

- захоронения в выработанных нефтегазовых месторождениях;
- захоронения в неразрабатываемых угольных пластах;
- захоронения в водоносном слое;
- захоронения в глубинных соленосных формациях;
- захоронения в океанских придонных хранилищах.

Кроме того, исследуются иные способы утилизации CO<sub>2</sub> – в частности, использование углекислого газа для ускоренного выращивания морских водорослей [3].

Существующая энергетическая система основана на ископаемом топливе, и это делает технологию захвата и захоронения углекислого газа в геологических формациях наиболее применимой. В связи с этим сокращение

выбросов парниковых газов становится в краткосрочной перспективе более дешевым по сравнению с прочими технологиями. Несмотря на новизну и современность данной технологии, отдельные ее составляющие уже использовались в разных странах как пилотные или даже коммерческие проекты в промышленности [9].

Дальнейшее развитие технологий захвата и захоронения парниковых газов станет перспективным инструментом для сокращения концентрации CO<sub>2</sub>. По оценке Международного Энергетического Агентства, вклад данной технологии, внесенный в общемировое сокращение эмиссии углекислого газа и других соединений углерода, к 2050 г. может достигнуть 1,5 млрд т CO<sub>2</sub> в год [5].

Среди геологических емкостей для хранения углекислого газа в качестве наиболее перспективных можно выделить месторождения с трудноизвлекаемыми запасами нефти (запасы вязкой нефти, низкопроницаемые коллекторы и т.п.) и месторождения с коллекторами надлежащего качества, находящиеся на поздней стадии разработки [6]. Глубокозалегающие водоносные горизонты и угольные пласты в качестве геологических ловушек предпочтительнее в регионах, где отсутствуют нефтяные и газовые месторождения.

По оценкам ученых, Россия имеет значительный потенциал подземных емкостей для захоронения CO<sub>2</sub>, а некоторые возможности могут способствовать более рациональному использованию ресурсов (в частности, захоронение в выработанные нефтяные месторождения с целью повышения нефтеотдачи), и даже приносить дополнительный экономический доход [7]. Рядом авторов рассматриваются экологические аспекты добычи углеводородов [4, 10, 11].

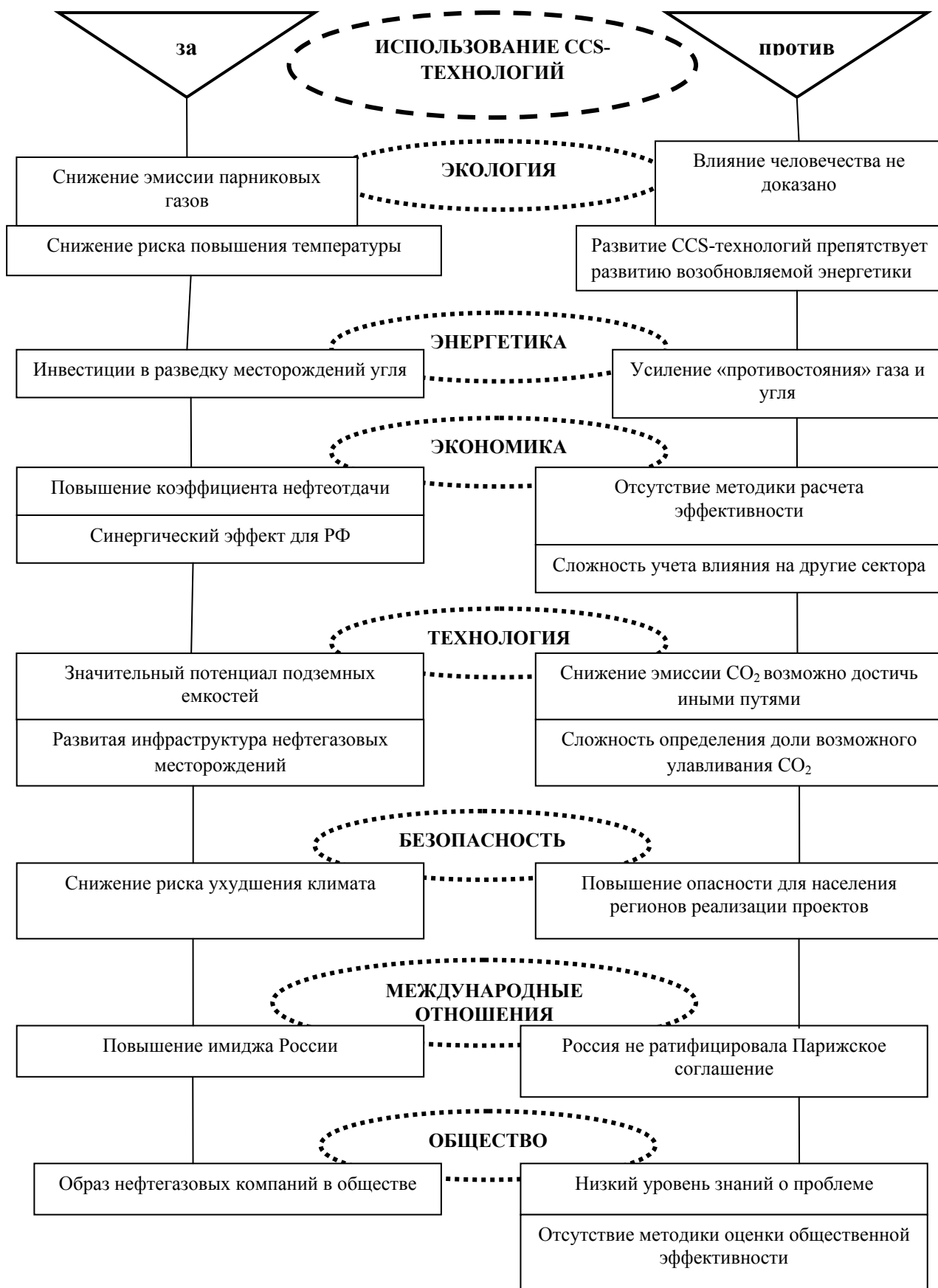
Отличительной чертой России с точки зрения экономической географии является близкое соседство промышленно развитых, густонаселенных регионов с крупными стационарными источниками эмиссии парниковых газов – с нефтяными и газовыми месторождениями. С этой точки зрения наиболее приемлемыми для осуществления проектов захвата и захоронения углекислого

газа являются Урало-Поволжье и Западная Сибирь, так как на этих территориях имеется всё необходимое для создания инфраструктуры хранения CO<sub>2</sub> [6].

В настоящее время большинство проектов носит демонстрационный характер – следовательно, не имеется достоверной оценки стоимости внедрения технологии секвестрации. Стоимостные показатели внедрения и реализации технологий захвата и захоронения углекислого газа находятся в сильной зависимости от конкретного проекта, от применяемой на предприятии технологии захвата, горно-геологических особенностей месторождения, дальности транспортировки и пр.

В исследованиях, посвященных проблемам применения CCS-технологий в Российской Федерации, были сформированы аргументационные карты, позволяющие осуществлять анализ целесообразности использования таких технологий [8]. В указанных работах были сформулированы несколько десятков аргументов «за» и «против» по семи основным ключевым темам для обсуждения.

В данном исследовании нами проведен дополнительный анализ литературных источников по указанной проблеме, с учетом тенденций и факторов настоящего времени, что позволило сформулировать ряд новых аргументов «за» и «против». В рамках данного исследования не представляется возможным привести подробное обоснование всех вышеизложенных аргументов. На рис. 1 приведены разработанные авторами данного исследования аргументы.



**Рис. 1 – Позитивные и негативные аргументы использования CCS-технологий в Российской Федерации**

Данные рис. 1 показывают, что в настоящее время существует ряд как положительных, так и отрицательных последствий использования CCS-технологий в России. При этом необходимо отметить, что в свете необходимости соблюдения баланса развития различных частей минерально-сырьевого сектора нужно учитывать также воздействие CCS-технологий на другие отрасли промышленности (угольную промышленность, металлургию и т.д.).

Кроме того, необходимо отметить, что дальнейшие исследования должны быть направлены на оценку значимости данных аргументов с целью проведения количественной оценки перспектив внедрения проектов секвестрации CO<sub>2</sub>.

Проведение качественного анализа позволяет констатировать, что использование данных технологий зачастую является безальтернативным вариантом действий в ряде секторов экономики, связанных с повышенной эмиссией CO<sub>2</sub>. К таким секторам относятся важные для любой страны сталелитейная промышленность, производство цемента и т.п.

Наиболее важным, по нашему мнению, является разработка методологии оценки общественной эффективности проектов секвестрации углекислого газа. Решение данной задачи должно включать в себя такие вопросы, как развитие представлений о важности проектов секвестрации CO<sub>2</sub>, разработка способов учета интересов стейкхолдеров, принятие нормативно-правовых актов в данной и сопутствующих сферах и т.п. Внедрение проектов секвестрации CO<sub>2</sub> в России позволит, кроме прочего, повысить имидж страны на мировой арене, развить и усилить международное сотрудничество, что в конечном счете благоприятно отразится на общей политической, экологической и экономической ситуации в мире.

## Библиографический список

1. Башмаков И.А., Мышак А.Д. Факторы, определяющие выбросы парниковых газов в секторе «Энергетика» России: 1990–2050. М.: ЦЭНЭФ, 2013. 107 с.
2. Буквич Р. Рыночные механизмы сокращения выбросов парниковых газов, активности и перспективы России // Вестник НГИЭИ. 2015. №9 (52). С. 23-38.
3. Краснянский Г.Л., Зайденварг В.Е., Ковальчук А.Б. и др. Уголь в экономике России. М.: Экономика, 2010. 383 с.
4. Пашкевич М.А., Петрова Т.А. Создание системы производственного экологического мониторинга на предприятиях по добыче и транспортировке углеводородов Западной Сибири // Записки Горного института. 2016. Т. 221. С. 737-741.
5. Перспективы энергетических технологий. Стратегии и сценарии до 2050 г., Международное энергетическое агентство, 2011. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.iea.org/>
6. Хлебников В.Н., Зобов П.М., Хамидуллин И.Р., Рузанова Ю.Ф., Иванов Е.В., Винокуров В.А. Перспективные регионы для осуществления проектов по хранению парниковых газов в России // Башкирский химический журнал. 2009. Т. 16. №. 2. С. 73-80.
7. Череповицын А.Е. Экономико-социальные аспекты развития технологий захвата и захоронения CO<sub>2</sub> в нефтегазовом комплексе России // Записки Горного института. 2015 Т. 211. С. 125-130.
8. Череповицын А.Е., Сидорова К.И., Смирнова Н.В. Целесообразность применения технологий секвестрации CO<sub>2</sub> в России // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2013. №5. С. 459-473.
9. Череповицын А.Е., Смирнова Н.В., Ильинова А.А. О захоронении CO<sub>2</sub> в геологических формациях: экономико-общественные аспекты // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2013. № 4. С. 171-174.



10. Katysheva E., Tsvetkova A., The Future of Oil and Gas Fields Development on the Arctic Shelf of Russia, 17th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2017. Ecology, economics, education and legislation. Volume 17, Issue 53. 29 June – 5 July, 2017. – Albena, Bulgaria. P. 917-922.

11. Vasilev Y., Vasileva P., Improving efficiency of coal provision of TPS in the Russian Federation, 17th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2017. Ecology, economics, education and legislation. Volume 17, Issue 53. 29 June – 5 July, 2017. – Albena, Bulgaria. P. 479-486.

### **References**

1. Bashmakov I.A., Myshak A.D. Factors determining greenhouse gas emissions in Russia's sector «Energy»: 1990-2050. M.: CENEF, 2013. 107 p.

2. Bukvitch R. Market mechanisms for reducing greenhouse gas emissions, activity and prospects of Russia // Вестник НГИЭИ. – 2015. – №9 (52). P. 23-38.

3. Krasnianskii G.L., Zaidenvarg V.E., Kovalchuk A.B. and other. Coal in Russian economy. – M.: Ekonomika. 2010. 383 p.

4. Pashkevich M.A., Petrova T.A., Creation of system of production environmental monitoring at the enterprises for production and transportation of hydrocarbons of Western Siberia // Journal of Mining Institute. 2016. Vol. 221. Pp 737-741.

5. Prospects of power technologies. Strategy and scenarios till 2050, International Energy Agency. 2011. <http://www.iea.org/>

6. Khlebnikov V.N., Zobov P.M., Hamidullin I.R., Ruzanova Y.F., Ivanov E.V., Vinokurov V.A. Perspective regions for implementation of projects on storage of greenhouse gases in Russia // Bashkir chemical journal. 2009. Vol. 16, No. 2. Pp 73-80.

7. Cherepovitsyn A.E. Economical and social aspects of development of technologies of capture and burial of CO<sub>2</sub> in an oil and gas complex of Russia // Journal of Mining Institute. 2015. Vol. 211. Pp 125-130.

8. Cherepovitsyn A.E., Sidorova K.I., Smirnova N.V. CCS technologies and feasibility of their application CO2 in Russia // Oil and gas business: online scientific journal. 2013. Vol. 5. Pp 459-473.

9. Cherepovitsyn A., Smirnova N., Ilinova A. About burial of CO2 in geological formations: economical and public aspects // RISC: Resources, Information, Supply, Competition. 2013. No. 4. Pp. 171-174.

10. Katysheva E., Tsvetkova A. The Future of Oil and Gas Fields Development on the Arctic Shelf of Russia, 17th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2017. Ecology, economics, education and legislation. Volume 17, Issue 53. 29 June – 5 July, 2017. – Albena, Bulgaria. pp. 917-922.

11. Vasilev Y., Vasileva P., Improving efficiency of coal provision of TPS in the Russian Federation, 17th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2017. Ecology, economics, education and legislation. – Volume 17, Issue 53. 29 June – 5 July, 2017. – Albena, Bulgaria. P. 497-504.