

ЗА РУБЕЖОМ

Научная статья

УДК: 330.15

Doi 10.33305/2510-128

ABROAD

Original article

Опыт стран БРИКС в реализации агроклиматических проектов в целях достижения углеродной нейтральности

Наталья Юрьевна Нестеренко¹, Мария Александровна Ветрова²,

¹ Российский государственный педагогический университет им. Герцена, Санкт-Петербург, Россия, nesterenkon@herzen.spb.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3422-9316>,

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, m.a.vetrova@spbu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6860-727X>.

Аннотация. Интеграция стран в международное объединение БРИКС+ имеет под собой не только политические и экономические основания, но и намерение реализовывать согласованные решения в области экологии. В частности, речь идет о выработке общей системы принятия решений и их реализации в рамках регулирования климатической политики. Накопленный опыт отдельных стран в реализации климатических проектов может стать предпосылкой успешного распространения соответствующих технологий и методов управления климатическими проектами, среди всех участников БРИКС+ и, в частности, в России. Представленная статья направлена на обобщение и систематизацию опыта реализации агроклиматических проектов ведущих стран БРИКС+, выявление возможностей и барьеров их распространения в рамках всего объединения стран, и в том числе, в России. Целью исследования является выявление характерных особенностей агроклиматических проектов, обобщение опыта стран БРИКС+ и определение перспектив и барьеров их развития в России. В статье показана роль входящих в БРИКС+ стран в эмиссии парниковых газов (ПГ) в сельском хозяйстве, выделены ведущие страны-эмитенты и лидеры реализации агроклиматических проектов, к которым, прежде всего, можно отнести Китай, Индию и Бразилию. Несмотря на незначительный опыт реализации агроклиматических проектов в России, существуют возможности использования опыта стран БРИКС+ при осуществлении согласованной политики и формировании инфраструктуры эффективного распространения технологий и знаний. В статье выделены существующие барьеры реализации агроклиматических проектов, сформулированы экономические и экологические стимулы распространения агроклиматических проектов, а также делается вывод о необходимости выработки более широких инструментов повышения привлекательности агроклиматических проектов для предпринимателей.

Ключевые слова: углеродное земледелие, климатические изменения, агроклиматические проекты, климатическая политика, выбросы парниковых газов, климатически-ориентированное сельское хозяйство, БРИКС.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта СПбГУ GZ_MDF_2023-3, Pure ID 132271892 «От карбонового полигона к углеродному регулированию: потенциал и пути развития секвестрационной углеродной индустрии на территории Ленинградской области и Санкт-Петербурга: 2025 г., этап 3».

Для цитирования: Нестеренко Н.Ю., Ветрова М.А. Опыт стран БРИКС в реализации агроклиматических проектов в целях достижения углеродной нейтральности // АПК: экономика, управление. 2025. №10. С.128-142. <https://doi.org/10.33305/2510-128>.

The experience of the BRICS countries in implementing agro-climatic projects to achieve carbon neutrality

Natalia Yu. Nesterenko¹, Maria A. Vetrova²,

¹ The Herzen University, Saint-Petersburg, Russian Federation, nesterenkon@herzen.spb.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3422-9316>,

² Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russian Federation, m.a.vetrova@spbu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6860-727X>.

Abstract. The incorporation of nations into the BRICS+ international association is driven by a multifaceted rationale, encompassing not only political and economic considerations, but also the objective of implementing consensus solutions within the realm of environmental affairs. A central concern is the development of a unified system of decision-making and implementation within the context of climate change regulation. The accumulated experience of individual countries in implementing climate projects may become a prerequisite for the successful dissemination of appropriate technologies and methods of

climate project management among all BRICS+ participants and, in particular, in Russia. The objective of this article is twofold: first, to provide a concise overview of the leading BRICS+ countries' experiences in implementing agro-climatic projects; and second, to identify the opportunities and barriers to the dissemination of these projects throughout the BRICS+ countries, with a particular focus on Russia. The objective of the present study is twofold: firstly, to identify the characteristic features of agro-climatic projects, and secondly, to generalize the experience of the BRICS+ countries and identify the prospects and barriers to their development in Russia. The article demonstrates the role of the BRICS+ countries in greenhouse gas (GHG) emissions in agriculture, identifies the leading emitting countries, and recognizes the leaders in the implementation of agro-climatic projects, which primarily include China, India, and Brazil. Despite the limited experience in implementing agro-climatic projects in Russia, opportunities exist to draw from the experience of BRICS+ countries in implementing coordinated policies and developing infrastructure for effective technology and knowledge dissemination. The article under scrutiny herein underscores the following salient points:

Keywords: carbon farming, climate change, agro-climatic projects, greenhouse gas emissions, climate policy, climate-smart agriculture, BRICS.

Acknowledgments. This work was supported by SPbSU grant GZ_MDF 2023-3, Pure ID 132271892 "From Carbon Landfill to Carbon Regulation: Potential and Pathways for the Development of the Sequestration Carbon Industry in the Leningrad Region and St. Petersburg: 2025, Phase 3".

For citation: Nesterenko N.Yu., Vetrova M.A. The experience of the BRICS countries in implementing agro-climatic projects to achieve carbon neutrality. *APK: ekonomika, upravlenie* = *AIC: economics, management*. 2025. (10); 128-142. (In Russ.). <https://doi.org/10.33305/2510-128>.

Введение. Климатические изменения, вызванные эмиссией ПГ, являются одним из серьезных вызовов развития сельского хозяйства. Это обусловлено взаимосвязанностью и взаимообусловленностью природных и производственных процессов. С одной стороны, сельское хозяйство является одним из ключевых эмитентов ПГ. С другой стороны, сельское хозяйство как никакая другая отрасль экономики испытывает на себе последствия климатических изменений. При этом влияние климатических изменений оценивается как разнонаправленное: и положительное, и отрицательное. В связи с этим роль сельского хозяйства в регулировании климатических изменений можно определить в трех составляющих: снижение выбросов парниковых газов, увеличение объема поглощения углерода и выработка политики адаптации к климатическим изменениям. В статье речь пойдет об опыте стран БРИКС+ в реализации агроклиматических проектов, их содержании и роли в достижении углеродной нейтральности. Целью исследования является выявление характерных особенностей агроклиматических проектов стран БРИКС+ и определение барьеров и перспектив их развития в России.

Научные исследования в области климатических изменений фокусируются, в основном, на двух основных направлениях: во-первых, на построении прогнозов влияния климатических изменений и способах адаптации к ним, во-вторых, на разработке методов снижения углеродного следа сельского хозяйства как за счет снижения объемов выбросов парниковых газов, так и за счет увеличения объема поглощения углерода. В рамках первого направления следует выделить исследования Киселева и соавт. [1], а также Лобанова и соавт. [2], в которых проведена оценка характера влияния климатических изменений на ведение сельского хозяйства. Ученые сходятся во мнении, что глобальное потепление может положительным образом повлиять на урожайность растениеводства в северных регионах нашей страны. Кроме того, высказывается мнение об увеличении запасов пресной воды на территории России за счет таяния ледников. Вместе с тем, отмечено неравномерное распределение положительного эффекта от климатических изменений в силу неоднородности географических условий РФ. Усиление засухи и повышение риска пожаров, вспышек заболеваний более актуально для южных регионов России, которые в настоящее время являются основой сельского хозяйства страны. Второе направление исследования климатических изменений включает в себя изучение методов снижения углеродного следа и повышения секвестрационного потенциала сельского хозяйства за счет изменения отраслевой структуры животноводства, растениеводства [4], развития технологий углеродного земледелия [5], реализации агроклиматических проектов [6, 7].

Научные исследования агроклиматических проектов в отечественной науке является довольно новым направлением. Во многом это объясняется тем, что приоритетными объектами управления углеродоёмкостью являются промышленность и энергетика как крупнейшие эмитенты ПГ [8]. Нельзя не согласиться с тем мнением, что разработка инст-

рументов снижения объема выбросов ПГ в этих отраслях экономики может оказать значительное воздействие на углеродоёмкость экономики страны. Вместе с тем, в достижении углеродной нейтральности сельское и лесное хозяйство играют особую роль, поскольку они способны не только снижать объем выбросов парниковых газов, но и увеличивать объем их поглощения.

Согласно целевому сценарию Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, рост поглощения парниковых газов в 2,2 раза до 1200 млн. тонн CO₂ к 2050 г. позволит приблизить страну к углеродной нейтральности, которая должна быть достигнута к 2060 г. [9]. В том числе, поэтому все более актуальной становятся исследования в области реализации агроклиматических проектов. Обобщение отечественных работ [10, 11] позволяет определить агроклиматические проекты как часть природно-климатических проектов. Все они организуются на основании следующих принципов:

- дополнительность. В результате природно-климатических проектов происходит увеличение нетто-поглощения углерода по сравнению с определенной базовой линией.

- финансовая дополнительность. Оплачиваются только дополнительные усилия по увеличению нетто-поглощения, которые не могли быть реализованы без дополнительного финансирования, привлекаемого в рамках проекта.

- использование методик и технологий MRV (measurement, reporting, verification). Этот принцип означает, что в природных климатических проектах объем увеличения нетто-поглощения углерода нуждается в оценке, отчете и верификации.

- постоянство. Такие проекты предполагают длительный срок поглощения углерода (до 45 лет) и требуют гарантий осуществления поддерживающих мероприятий на этот период времени.

Учет рисков “утечки углерода”. Проекты должны учитывать возможности перераспределения предотвращенных выбросов с территории его реализации на соседние территории, риски “непостоянства” (потери накопленного пула углерода, например, в результате лесного пожара), а также наличие требований по резервированию части углеродных единиц для компенсации этих рисков.

К агроклиматическим проектам авторы настоящей статьи будут относить те природно-климатические проекты, которые основываются на технологии снижения нетто-выбросов углерода, прежде всего, растениями и почвой. В качестве примера агроклиматических проектов Куричев и соавт. [10] называют сельскохозяйственные проекты с технологией нулевой обработки земли (no-till) или минимальной вспашки (mini-till), проекты борьбы с эрозией почвы и сокращения потерь углерода. Предметом настоящего исследования являются климатические проекты, реализуемые в области сельского хозяйства, направленные на снижение нетто-выбросов парниковых газов. К ним относятся следующие типы проектов: производство компоста в упаковке и внесение в почву, кормовые добавки, улучшенное управление ирригацией, переработка навоза в метан, управление азотом, сокращение выбросов ПГ от выращивания риса, разделение твердых отходов, устойчивое сельское хозяйство. Таким образом, под агроклиматическими проектами в настоящем исследовании будут пониматься климатические проекты в сельском хозяйстве.

Объектом исследования являются страны БРИКС+ и их опыт в реализации агроклиматических проектов. В 2025 г. международное объединение БРИКС расширилось до десяти стран за счет включения Индонезии, Ирана, ОАЭ, Эфиопии, Египта и получило неофициальное название «БРИКС+». Географическое расположение указанных стран представлено на рисунке 1. Заметим, что новые участники БРИКС+ не являются крупными игроками в глобальной агропродовольственной системе. Суммарная площадь сельскохозяйственной земли этих стран составляет 61,44 млн га, что составляет приблизительно 5% от суммарной площади сельскохозяйственной земли Бразилии, России, Индии, Китая и Южной Африки. В том числе, этим объясняется незначительный вклад новых стран-участник БРИКС+ в решение агроклиматических задач.

Ранее объединенные в БРИКС страны (Бразилия, Россия, Индия, Китай и Южная Африка) являются крупнейшими игроками на глобальном агропродовольственном рынке. Суммарная площадь сельскохозяйственных угодий стран БРИКС составляет

24,68 % всех сельскохозяйственных угодий мира (1169,5 млн га) [12]. Более подробно роль БРИКС в достижении устойчивости сельского хозяйства проанализирована в работе Нестеренко [13]. Климатическая повестка в этих странах четко обозначена и сопровождается реализацией мероприятий как снижения выбросов ПГ, так и увеличением объема их поглощения. Что касается единой в рамках БРИКС политики в области углеродного регулирования, отметим выполнение начальных шагов. В 2024 г. был подписан меморандум о взаимопонимании по партнёрству БРИКС по углеродным рынкам и согласована Дорожная карта развития общего углеродного рынка БРИКС, в рамках которой особой актуальностью обладает изучение накопленного опыта реализации климатических проектов с целью разработки единых согласованных методологий признания климатических эффектов и общего реестра углеродных единиц для взаимного признания и синхронизации результатов климатических проектов, в том числе для дальнейшей интеграции партнерства и реализации схем трансграничного углеродного регулирования БРИКС [14].



Рисунок 1 - Страны БРИКС+.
Figure 1 - BRICS + countries.

Источник: <https://data.worldbank.org/> Режим доступа свободный. Дата обращения 20.01.2025 г. [12]

Материалы и методы. Информационной базой для исследования послужили научные исследования российских и зарубежных ученых. Данные о выбросах парниковых газов Российского реестра углеродных единиц, Всемирного банка, информационного портала Statista.com. Источником данных о агроклиматических проектах, реализуемых в странах БРИКС+, стала база данных проектов добровольных углеродных кредитов Школы государственной политики Голдман университета Бэркли (США). В рамках исследования применялись общенаучные методы обобщения, сравнительного анализа, а также статистические методы анализа данных.

Результаты. По данным Всемирного банка, страны БРИКС являются источниками 43% всего объема метана, 52% углекислого газа и 43% закиси азота, эмитированных сельским хозяйством мира [12]. Можно сказать, что эти страны ответственны практически за половину всего объема выбросов парниковых газов сельского хозяйства мира. Ключевыми эмитентами в рамках БРИКС метана являются Китай, Индия и Бразилия, что обусловлено развитым животноводством и рисоводством в этих странах. Новые страны-участницы БРИКС+ являются источником менее 20% всех выбросов метана объединения стран. Источником закиси азота являются, в основном, сельскохозяйственные почвы. В структуре эмитентов закиси азота закономерно лидирует Китай, обладающий наибольшей площадью сельскохозяйственных угодий среди анализируемых стран. Суммарно на Индию, Бразилию и Китай приходится около 75% всего объема закиси азота, эмитируемого БРИКС+. Рисунок 2 показывает структуру выбросов основных парниковых газов в сельском хозяйстве указанных стран.

Климатическая политика в области сельского хозяйства, реализуемая в Китае, Индии и Бразилии, представляет собой как научный, так и практический интерес для России, поскольку позволяет адаптировать наиболее эффективные инструменты и методы к отечественным экономическим, климатическим и социальным условиям. Опыт этих стран в реализации климатических проектов в сельском хозяйстве разнообразен и охватывает управление почвенными процессами, переработку навоза в метан и электричество, управление твердыми отходами. Анализ количества верифицированных климатических проектов в области сельского хозяйства в мире, проведенный на основе базы данных проектов в рамках добровольных углеродных кредитов, показывает, что приблизительно 61% таких проектов приходится на страны БРИКС. Более подробное распределение агроклиматических проектов приведено в таблице 1. Обратим внимание, что проекты улучшенного управления ирригацией и сокращения выбросов ПГ при выращивании риса практически в полном объеме реализуются в странах БРИКС.

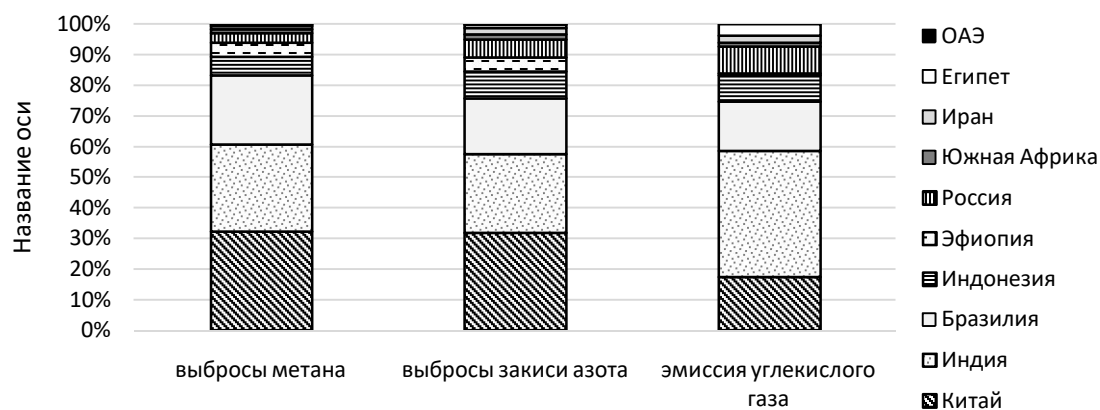


Рисунок 2 - Структура выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве стран БРИКС+
Figure 2 - Structure of greenhouse gas emissions in agriculture of BRICS + countries
Источник: составлено авторами на основе данных [12].

Таблица 1 - Количество агроклиматических проектов по типу в странах мира и странах БРИКС

Table 1 - Number of agro-climatic projects by type in the world and BRICS countries

| Виды проектов | Бразилия | Китай | Индия | Египет | Южная Африка | всего в мире, ед. | доля стран БРИКС+ в мире, % |
|---|----------|-------|-------|--------|--------------|-------------------|-----------------------------|
| производство компоста в упаковке и внесение в почву | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 100 |
| улучшенное управление ирригацией | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 19 | 90 |
| переработка навоза в метан | 22 | 146 | 19 | 1 | 0 | 465 | 40 |
| сокращение выбросов ПГ при выращивании риса | 0 | 275 | 32 | 0 | 0 | 313 | 98 |
| разделение твердых отходов | 1 | | | | | 15 | 7 |
| устойчивое сельское хозяйство | 8 | 60 | 46 | 0 | 6 | 204 | 59 |

Источник: составлено авторами на основе данных [14]

Большой опыт реализации климатических проектов накоплен в Китае, который ратифицировал Киотский протокол в 2002 г., а Парижское соглашение - в 2016 г. Климатическая политика Китая реализуется в соответствии с задачами пятилеток. Так, важнейшие задачи 14-й пятилетки (2021-2025 гг.) включают в себя защиту природных ресурсов, борьбу с загрязнением окружающей среды, восстановление сельскохозяйственной экологии и развитие низкоуглеродной агропромышленной цепочки. В течение этого периода планируется сократить выбросы CO₂ на 18%, а углеродоёмкость ВВП - на 13,5% по сравнению с уровнем 2020 г. В плане также изложена цель контроля выбросов метана с рисовых полей и создания перерабатываемой сельскохозяйственной системы, где повторно используются как солома, так и отходы животноводства.

Национальная система торговли квотами в Китае (Emission Trade System, ETS) была запущена 16 июля 2021 г. В настоящее время она охватывает более 5 млрд тонн CO₂, что составляет более 40% выбросов CO₂ Китая [15]. Основное отличие системы торговли квотами на выбросы ПГ в Китае от европейской системы заключается в регулировании не абсолютного количества выбросов, а его интенсивности. Иными словами, целью является снижение объема выбросов ПГ в расчете на единицу вырабатываемой энергии. Изначально в ETS вошли угольные и газовые установки, ежегодные выбросы которых превышают 26 тыс. тонн CO₂-экв. В дальнейшем планировалось включить нефтехимическую, химическую отрасль, черную и цветную металлургию, целлюлозно-бумажное производство и авиацию, но процесс расширения ответственных секторов затягивается. Сельское хозяйство в национальную систему торговли квотами Китая не входит.

Помимо национальной системы торговли квотами, с 2012 г. в Китае действует Программа Сертифицированных единиц сокращения выбросов Китая (China's Certified Emission Reduction, CCER), которая представляет собой добровольную систему регистрации, сертификации и торговли добровольными сокращениями выбросов ПГ в Китае. В 2017 г. Программа CCER была приостановлена из-за низкого объема торгов и отсутствия рыночных стандартов. В начале 2024 г. правительство Китая объявило о возобновлении действия сертифицированной схемы сокращения выбросов. Запуск нового CCER позволяет владельцам проектов подавать заявки на участие в проектах CCER и получать компенсационные кредиты, которые могут быть использованы в национальной системе ETS. Практически любой проект, который способствует сокращению выбросов, а также улавливанию или поглощению ПГ, можно рассматривать как проект CCER. Предприятия, подпадающие под действие национальной системы торговли квотами, смогут использовать CCER для компенсации до 5% своих подтвержденных выбросов, что в общей сложности составит около 250 миллионов тонн по всей схеме [16].

Индия проводит активную климатическую политику, направленную не только на сокращение выбросов ПГ за счет развития энергосберегающих технологий, но и на увеличение объема поглощения углерода лесными ресурсами. Утвержденный еще в 2008 г. Национальный план действий по изменению климата Индии определил национальную стратегию, направленную на адаптацию страны к изменению климата и повышение экологической устойчивости. Принятые восемь национальных «миссий» представляли собой многоплановые, долгосрочные и комплексные стратегии достижения ключевых целей в контексте изменения климата. К ним относились следующие национальные миссии: развитие солнечной энергии, повышение энергоэффективности, обеспечение устойчивого развития среды обитания, развитие водных ресурсов, поддержание гималайской экосистемы, развитие проекта «Зелёная Индия», устойчивое развитие сельского хозяйства и формирование знаний в области изменения климата.

В 2016 г. Правительство Индии ратифицировало Парижское соглашение. В 2022 г. Правительством Индии одобрен новый климатический план в соответствии с представленным РКИК ООН определяемым на национальном уровне вкладом. В нем впервые была зафиксирована цель по достижению углеродной нейтральности к 2070 г. и промежуточная цель по сокращению доли выбросов в ВВП на 45% к 2030 г. [17] Кроме того, в 2022 г. была принята «Долгосрочная стратегия низкоуглеродного развития Индии», которая фокусирует свое внимание на секторах экономики, являющихся крупнейшими эмитентами ПГ. К ним относится энергетика, промышленность, транспорт. Среди агроклиматических проектов выделяются проекты агролесоводства. С 2005 г. по 2021 г. в стране был создан дополнительный углеродный поглотитель на 2,29 млрд тонн экв. CO₂ за счет лесоразведения и увеличения покрытия деревьями. Лесное покрытие и покрытие деревьями составляют 25,17% географической области Индии [18].

Первый проект схемы торговли углеродными кредитами Индии (CCTS), опубликованный 27 марта 2023 г., предусматривал создание двух вариантов системы торговли выбросами: системы квотирования (обязанные организации должны соблюдать нормы выбросов ПГ, установленные Правительством) и добровольную систему выпуска (необязанные организации могут зарегистрировать свои проекты по сокращению или удалению выбросов ПГ для выдачи сертификатов углеродных кредитов). В оконча-

тельном варианте документа предусмотрено создание только одного из них - системы квотирования. Согласно уведомлению о запуске CCTS, индийский углеродный рынок - это национальная структура, созданная с целью сокращения, устранения или предотвращения выбросов ПГ в индийской экономике путём установления цен на выбросы ПГ посредством торговли сертификатами углеродного кредита.

Национальная программа облесения реализуется в Индии на деградированных лесных угодьях с целью управление лесными ресурсами с учетом решения задач улучшения условий жизни населения, проживающего в лесных регионах, особенно бедных сообществ. Кроме того, программа акцентирует внимание на многочисленных возникающих экосистемных услугах, таких как биоразнообразие, вода, биомасса, сохранение мангровых зарослей, водно-болотных угодий, критических мест обитаний наряду с поглощением углерода. Схема предотвращения лесных пожаров и борьбы с ними предполагает финансовую поддержку штатам и союзным территориям в рамках схемы для защиты от лесных пожаров.

С 2019 г. Министерством охраны окружающей среды, лесов и изменения климата Правительства Индии реализуется шестилетний проект «Повышение устойчивости к изменению климата прибрежных сообществ Индии», который позволит повысить устойчивость к изменению климата наиболее уязвимых групп населения, в частности женщин, в прибрежных районах Индии. Проект агролесоводства в Индии направлен на смягчение последствий изменения климата и адаптации к ним, поддержанию здоровья почвы и созданию альтернативных источников средств к существованию. Благодаря этому проекту, 500 000 гектаров существующих сельскохозяйственных угодий ежегодно поглощает в среднем более 700 000 тонн выбросов углерода и создает устойчивую модель ведения сельского хозяйства для последующих поколений. Проект агролесоводства придает новый импульс сельскому хозяйству за счет диверсификации использования земель. В различных агроклиматических зонах Северной Индии традиционно произрастают разные виды деревьев. Местные фермеры высаживают смесь местных и неместных деревьев между сельскохозяйственными участками. В результате улавливается углерод за счет увеличения биомассы над и под землей, а также формирования органического углерода в почве. Это приводит не только к поглощению CO₂ из атмосферы, но и к оздоровлению почвы. Кроме того, фермеры могут получать доход от продажи верифицированных углеродных единиц и роста объема производства при достижении более высокой урожайности.

Используя потенциал сохранения окружающей среды для создания экономических возможностей, такие инициативы не только смягчают последствия изменения климата, но и улучшают жизнь фермеров и общин, зависящих от лесов. Поскольку Индия продолжает свой путь к более экологичному и инклюзивному будущему, инвестирование в агроклиматические проекты становится не просто выбором, но и необходимостью для повышения устойчивости и процветания на низовом уровне [19]. Фермерам, сталкивающимся с непредсказуемыми погодными условиями и колебаниями урожайности сельскохозяйственных культур, участие в проектах облесения дает возможность диверсифицировать риски и увеличить доходы.

Большой практический опыт накоплен в Китае и Индии в области сокращения выбросов ПГ при выращивании риса. Регулируемая ирригационная система позволяет в засушливый и влажный сезон на полях создавать благоприятные условия. Значительная доля выбросов метана обусловлена наличием затопленных полей. В отличие от затопленного риса, орошение используется не для затопления почвы, а для доведения содержания влаги в почве в корневой зоне до вместимости поля. Реализация климатического проекта, связанного с созданием регулируемой ирригационной системы при выращивании риса, позволяет фермерам получить дополнительный доход от продажи верифицированных углеродных единиц, а также сократить потребление воды.

Опыт распространения технологии переработки навоза в биотопливо и далее в электричество накоплен в Китае. В результате реализации таких проектов происходит не только сокращение выбросов метана от навоза, но и сокращение потребления электричества, произведенного из ископаемого топлива. Опыт Китая показывает, что за счет таких установок фермерами решается проблема утилизации отходов, снижается стоимость

потребляемой хозяйствами электроэнергией и возникает дополнительный доход от выпуска углеродных единиц, верифицированных по международным стандартам.

В РФ в настоящее время разработана методология реализации климатических проектов № 0022 «Анаэробное сбраживание органических отходов», которая может быть использована для получения биотоплива в секторе животноводства. Однако по состоянию на 14.04.2025 г. подобные проекты не зарегистрированы в реестре углеродных единиц РФ. Тем не менее, реализация таких проектов позволит создавать следующие общественные блага. Во-первых, передовая система управления навозом уменьшает неприятные запахи и сточные воды, что принесет пользу как здоровью фермеров, так и местным жителям. Во-вторых, создаются дополнительные возможности трудоустройства и увеличения доходов местных жителей за счет привлечения местной квалифицированной рабочей силы при производстве, монтаже, эксплуатации и обслуживании оборудования и систем. В-третьих, локализация производства энергии из биогаза и диверсификация источников производства энергии сократит использование угля и поможет уменьшить дефицит электроэнергии в регионе. Формирование положительного примера для улучшения других операций с животными, а также построения экономики замкнутого цикла.

Анализ накопленного опыта реализации агроклиматических проектов странами БРИКС+ демонстрирует ряд сложностей и барьеров.

1. Финансовые ограничения. Низкий уровень финансирования капиталоемких природосберегающих и агроклиматических технологий в виду бюджетных ограничений, высоких ставок кредитования, колебания курсов валют, а также ограниченного доступа к международным рынкам зеленого финансирования и прямым иностранным инвестициям из-за усиливающихся процессов деглобализации.

2. Технологическое отставание. Низкий уровень готовности технологий реализации агроклиматических проектов, санкционные ограничения к международным технологическим рынкам и передовому оборудованию, в том числе в области мониторинга потоков климатически активных газов.

3. Слабая межгосударственная координация и неразвитость единых стандартов в области реализации климатических проектов стран БРИКС+. Различия в нормативной и технической базе, сложности с сертификацией и отсутствие единых механизмов реализации климатических проектов и общих рынков углеродных единиц осложнит масштабирование проектов и их совместную реализацию, а также зачет углеродных единиц при реализации механизма трансграничного углеродного регулирования.

4. Социально-экономические противоречия. При конфликте между продовольственной безопасностью и экологической эффективностью приоритет отдается первому, что может негативно влиять на эмиссию парниковых газов и переходу к ресурсосберегающему хозяйству, также развитие агроклиматических проектов осложняется низкой осведомленностью фермеров о возможностях и выгодах перехода к агроклиматическим практикам.

Что касается России, по состоянию на 14.04.2025 г., в российском реестре углеродных единиц зарегистрировано семь природно-климатических проектов при общем количестве зарегистрированных углеродных проектов в количестве 58 единиц [20]. Среди природно-климатических проектов представлены авиалесоохрана (один проект), обводнение торфяников (один проект), проекты облесения (три проекта) и аграрные проекты (два проекта). Преобладание среди углеродных проектов сектора промышленности и энергетики обусловлено, прежде всего, возможностью получения положительного экономического эффекта, связанного с повышением энергоэффективности производства и экономией материальных затрат за счет использования переработанных отходов. В свою очередь, природноклиматические проекты обладают высокой степенью неопределенности из-за длительного периода реализации, изменяющихся климатических условий, а также низкой цены углеродных единиц, что без учета дополнительных экосистемных эффектов зачастую приводит к отсутствию экономической целесообразности проектов [21].

Агроклиматические проекты, реализуемые в России, связаны с технологией почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (ООО «Орловка», ООО «Гелио-Пакс-Агро») [20]. Технология направлена на увеличение почвенного органического углерода за

счет исключения механической обработки почвы, что позволяет сократить эмиссию CO₂ на 80% и депонировать около 10 тонн углерода на один га. За пять лет реализации проекта ООО «Орловка» планируется выпустить 40 924 углеродных единиц, проекта ООО «Гелио-Пакс-Агро» - 56 635 углеродных единиц, эквивалентных одной тонне не поступившего в атмосферу CO₂-е. Помимо климатического эффекта отмечается рост урожайности выращиваемых культур на 25% [22].

Полученный опыт реализации агроклиматических проектов стран БРИКС является основой формирования единой институциональной среды для климатического регулирования и рынка углеродных единиц стран-участниц объединения. РФ находится в начале становления и масштабирования агроклиматических проектов, которые должны внести существенный вклад в достижение углеродной нейтральности страны, поэтому дальнейшее внимание будет сосредоточено на анализе драйверов их развития.

Основным барьером для распространения агроклиматических проектов в нашей стране является отсутствие заинтересованности со стороны фермеров и сельскохозяйственных организаций, в первую очередь, ввиду отсутствия явных экономических эффектов при реализации проектов такого типа. Кроме того, вопрос признания результатов реализации агроклиматических проектов в рамках БРИКС+ остается открытым, что усложняет верификацию проектов на национальном и международном уровнях. Касательно сельского хозяйства, определенным барьером развития агроклиматических проектов в рамках объединения стран являются технологические различия производственных процессов, обусловленных как различными природно-климатическими условиями, так и социально-экономическими особенностями.

Преобладающие технологии земледелия в странах БРИКС+ существенно отличаются друг от друга. Российская практика земледелия ориентирована на сохранение плодородия почв через традиционные технологии земледелия, такие как использование органических удобрений, почвозащитное земледелие и севообороты. Этот подход сильно отличается от российского опыта от бразильского, где широко применяются интенсивные монокультуры, китайских систем террасирования и ирригации или индийских методик интегрированного сельского хозяйства. Этим обусловлены трудности синхронизации национальных методологий агроклиматических проектов на международном уровне. В связи с этим особой актуальностью обладает решение следующих задач:

1. Изучение и приоритизация технологий углеродного земледелия с учетом климатической, экономической, социальной и экологической эффективности для различных почвенно-климатических условий стран БРИКС+;

2. Разработка единых методологий разработки агроклиматических проектов и практических руководств по их реализации в странах БРИКС+;

3. Создание единого инвестиционного фонда БРИКС+, в задачи которого будет входить разработка и реализация мер компенсации и финансирования инвестиционных затрат проектов с высокими экосистемными эффектами, а также консультационной поддержки при реализации агроклиматических проектов.

В связи с тем, что созданы рамочные условия и имеется опыт реализации агроклиматических проектов в странах БРИКС+, сдерживающим фактором в развитии проектов на территории РФ может в первую очередь выступать отсутствие экономической эффективности и другой заинтересованности.

Обсуждение. Обобщение опыта стран БРИКС+, преимущественно Китая, Индии и Бразилии, в реализации агроклиматических проектов позволяет выделить следующие виды стимулов к их распространению:

1. Экономические стимулы, возникающие за счет снижения производственных затрат и получения дополнительного дохода от реализации верифицированных углеродных единиц;

2. Экологические стимулы, связанные с улучшением природных условий проживания местного населения за счет переработки отходов, в частности, жидких отходов животноводства;

3. Социальные стимулы, позволяющие вовлекать фермеров и местных жителей в реализацию климатических проектов с целью управления традиционно используемыми природными ресурсами и сохранения традиционной культуры.

Оценка экономических стимулов основывается на анализе альтернативных издержек и альтернативных доходов, генерируемых климатическим проектом. Иными словами, реализация агроклиматического проекта станет экономически выгодной, если это приведет к снижению затрат и (или) росту доходов. Например, экономическим стимулом внедрения новых технологий переработки отходов животноводства в биотопливо и электроэнергию становится сокращение затрат на электроэнергию по сравнению с базовым вариантом, затрат на утилизацию отходов и получение дополнительного дохода от реализации верифицированных углеродных единиц. В свою очередь, барьером является относительно низкая стоимость и физическая доступность электричества, а также отсутствие затрат или низкие затраты на утилизацию отходов. Решение о внедрении новых технологий будет приниматься в результате соотношения прироста экономического эффекта к стоимости инвестиций. Иными словами, такие инвестиции должны быть не просто экономически эффективными, они должны повышать экономическую эффективность хозяйства по сравнению с традиционными базовыми технологиями.

Реализация углеродных единиц, верифицированных на международном, региональном или национальном рынке, позволяет фермерам получить дополнительный доход. Однако важнейшее значение имеет цена одной углеродной единицы (УЕ). В настоящее время агроклиматические проекты являются проектами добровольными, и цены на углеродные единицы таких проектов варьируются от 0,4 до 2,5 долл. США/УЕ [23], что не позволяет покрывать инвестиционные вложения. Однако в странах-экспортерах, где животноводство и земледелие являются одними из ключевых отраслей хозяйства, в том числе эмитирующих ПГ, в долгосрочной перспективе возможно развитие сценария аналогичного добыче ископаемых видов топлива, черной и цветной металлургии, химической промышленности, чья деятельность попадает под обязательное трансграничное углеродное регулирование, а также углеродное квотирование внутри страны. В этом случае добровольные климатические проекты могут стать обязательными с соответствующим ростом цена на УЕ до 35-167 долл. США/УЕ [24].

Цена на выбросы парниковых газов устанавливается путем углеродного налогообложения или развития рынков углеродных единиц. Существует два типа рынка:

1. Регулируемый рынок, основан на национальных или международных нормативно-правовых актах системы торговли квотами. На таком рынке ключевыми игроками выступают регулируемые организации, которые в силу принадлежности к углеродоемкой отрасли и превышения квоты на выбросы ПГ, обязаны покупать углеродные единицы для зачета превышения.

2. Добровольный рынок предполагает наличие верифицированных схем зачета сокращений выбросов CO₂ на основе реализации климатических проектов. При этом климатические проекты выполняются добровольно физическими или юридическими лицами.

Рынки углеродных единиц устанавливают объем общего предела эмиссии ПГ всех участников. В результате цена на углеродные единицы корректируется в соответствии с целевым показателем. Компании, превысившие квоту на выбросы, покупают право на дополнительные выбросы у предприятий, которые не превысили квоту. По состоянию на конец 2024 г., в мире действовало 110 механизмов ценообразования на выбросы углерода: регулируемых государством, которые включают в себя 36 систем торговли квотами на выбросы, 39 систем углеродного налогообложения, а также 35 добровольных механизмов углеродного кредитования. Что касается природно-климатических проектов, то они относятся к добровольным и цены на них в настоящее время не превышают 1000 руб./УЕ. При этом согласно прогнозам, цены на УЕ природно-климатических проектов начнут расти после 2030 г. и к 2050 г. могут достигнуть 238 долл. США/УЕ в связи с выступлением стран в активную фазу достижения целевых ориентиров углеродной нейтральности до 2050-2070 гг. и сопутствующего повышения ставок углеродного налогообложения [25].

Экологические стимулы реализации агроклиматических проектов выражаются в стремлении улучшить окружающую среду с помощью реализации климатических проектов. Такие проекты позволяют не только решать задачи повышения секвестрации углерода, но и положительно влиять на экосистему региона в целом. Создаваемые обществен-

ные блага в виде биоразнообразия, качественных водоемов, чистого воздуха, рекреационных услуг потребляются местным сообществом бесплатно. Поэтому реализация агроклиматических проектов должна поддерживаться как со стороны местного сообщества, органов местного самоуправления, так и со стороны государства и общественных организаций, в том числе, международных.

Совместно с более чем ста фермерскими хозяйствами в регионе Вале-ду-Параиба (штат Сан-Паулу, Бразилия) проект по созданию силосо-пастбищных систем призван за двадцать лет удалить из атмосферы более 900 000 т CO₂ и внедрить устойчивый источник пальмового сырья на 4 000 га и в три раза увеличить доходы фермерских хозяйств [14]. В рамках реализации агроклиматического проекта на деградированных пастбищах будут высажены местные пальмы макауба для создания лесопастбищных систем на землях, где в настоящее время пасется скот в биомах Атлантического леса (тропических лесов) Бразилии. По мере роста макаубы происходит связывание углерода, которое в рамках проекта будет измеряться по методологии VCS для облесения, лесовосстановления и восстановления растительности. Важным фактором является то, что эта пальма требует существенно меньше воды, по сравнению с распространённой африканской пальмой, выращиваемой в Бразилии. Проект начинается со сбора семян с существующих местных деревьев макаубы и продолжается проращиванием семян, созданием питомников, посадкой саженцев, а затем выращиванием макаубы среди пасущегося скота. После созревания макаубы (примерно через четыре года) плоды можно перерабатывать в мякоть и масло для косметики, мыла, кулинарии и биотоплива, а также в жмых для высокобелкового корма для животных. Пастбища нельзя пастись в течение первых четырех лет, чтобы макауба успела укорениться, поэтому скот перемещается на другие участки пастбищ на каждой ферме, а через четыре года возвращается, чтобы пастись среди пальм и создать силосо-пастбищную систему.

Социальным стимулом к распространению агроклиматических проектов является вовлечение фермеров и местных жителей в управление природными ресурсами с целью снижения уровня рисков и сохранения традиционной культуры. В основе проектов сокращения выбросов, обусловленных обезлесением и деградацией лесов (REDD+)¹ лежит вовлечение местных сообществ и расширение их прав и возможностей в управлении лесным хозяйством. Совместная разработка мероприятий по борьбе с деградацией лесов позволяет учесть традиции и интересы местного населения. Участие в программе REDD+ открывает двери на международные углеродные рынки, где можно торговать верифицированными углеродными кредитами. Доходы, полученные от продажи углерода, затем могут быть реинвестированы в инициативы по развитию сообществ, а также для дальнейшего расширения возможностей местных сообществ по обеспечению средств к существованию.

В 2018 г. Индия подготовила Национальную стратегию REDD+ и представила ее в РКИК ООН (Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата). Зависимость значительной части населения Индии от лесных массивов как источника средств к существованию привело к деградации лесов. Программа REDD+ направлена на сокращение деградации лесов, но высокая зависимость населения от лесов обуславливает необходимость учета интересов всех заинтересованных сторон. Права человека и местных сообществ, зависящих от лесов, становятся предметом обсуждения при реализации REDD+. Важнейшей задачей является обеспечение справедливого распределения выгод. При реализации программ борьбы с деградацией лесов важно сформировать у местного населения альтернативные источники дохода, не приводящие к деградации лесных массивов [26].

Поддержка агроклиматических проектов в развивающихся странах со стороны международных организаций позволяет более справедливо распределять финансовые ресурсы для решения климатических задач, поскольку зачастую развивающиеся страны являются сырьевой базой для развитых стран. Создание единого инвестиционного фонда

¹ REDD (Reducing emissions from deforestation and forest degradation) представляет собой программу сокращения выбросов ПГ в результате обезлесения и деградации лесов в развивающихся странах. Знак «+» обозначает дополнительные виды деятельности, связанные с лесом, которые защищают климат, а именно: устойчивое управление лесами, сохранение и увеличение запасов углерода в лесах.

БРИКС+ снизит зависимость входящих в объединение стран от геополитического влияния международных фондов и сформирует альтернативную систему финансовой поддержки климатических проектов.

В настоящее время страны БРИКС+ реализуют климатическую политику изолировано друг от друга, вместе с тем скоординированные усилия позволят получить существенный эффект в вопросах регулирования изменения климата, в том числе выполнения обязательств в рамках Парижского соглашения. Создание единого рынка углеродных единиц в рамках БРИКС+ представляет собой амбициозную цель, требующую тщательной подготовки и координации действий государств-членов. При этом реализация такого проекта позволит значительно повысить эффективность борьбы с изменениями климата и обеспечит новые возможности для технологического прогресса с учетом устойчивого развития.

Для формирования единой системы реализации агроклиматических проектов в рамках БРИКС+ требуется решение отдельных задач:

1) Разработка единых методик оценки количественного определения секвестрации или сокращения эмиссии CO₂ в результате реализации агроклиматических проектов, в том числе требований по валидации и верификации;

2) Разработка системы стандартов углеродного рынка БРИКС+, которые в том числе предусматривали бы возможность зачета углеродных единиц в рамках национальных обязательств системы торговли квотами или углеродного налогообложения эмиссии ПГ;

3) Создание общей инфраструктуры торговли углеродными единицами внутри блока БРИКС+ с возможностью выхода на другие международные рынки, включая платформу для биржи, депозитариев, информационных систем и платежных инструментов.

Заключение. Агроклиматические проекты в настоящее время распространены гораздо меньше, в отличие от природно-климатических проектов промышленного и энергетического сектора, поскольку сельское хозяйство не входит в состав отраслей с регулированием выбросов ПГ. Вместе с тем, потенциал снижения нетто-выбросов в сельском хозяйстве высок в силу высокой способности к поглощению углерода. Все это указывает на то, что актуальность развития агроклиматических проектов в ближайшем будущем будет только возрастать. Опыт стран БРИКС+ позволяет нашей стране осуществлять догоняющую политику, вместе с тем учитывая те угрозы и проблемы, с которыми сталкиваются другие страны при реализации агроклиматических проектов.

Научное обобщение опыта реализации природно-климатических проектов позволяет выделить барьеры, как со стороны спроса на углеродные единицы, так и со стороны предложения. Что касается спроса, то проблемы касаются доверия и понимания потребителей углеродных кредитов. Сложность процесса улавливания углерода подрывают надежность углеродных, что приводит к неопределенности и недоверию со стороны покупателей. Исследования показывают обеспокоенность по поводу дополнительности, постоянства, прозрачности и утечек углерода в углеродных проектах [27]. В ряде стран отмечается перенасыщение потребительского рынка этикетками и стандартами, такими как Verra, Gold Standard, American Carbon Registry и т.д., что приводит к проблеме «избыточности этикеток» и снижению доверия к ним. Кроме того, покупатели могут скептически относиться к долгосрочным обязательствам по сокращению выбросов, особенно когда компании ставят перед собой цели на отдаленное будущее. Эти проблемы создают неопределенность в отношении надежности и экологической эффективности углеродных кредитов. Что касается предложения углеродных кредитов, то проблемы связаны с техническими трудностями в количественной оценке сокращения/удаления углерода, высокими затратами на мониторинг и необходимостью повышения осведомленности фермеров для эффективного внедрения.

Несмотря на ощутимые положительные результаты реализации агроклиматических проектов отдельными странами БРИКС+, широкому распространению таких технологий препятствуют определенные барьеры. К ним относится следующее:

1) Инвестиционные барьеры. Высокая стоимость инвестиций в новые технологии переработки навоза ограничивает их доступность для сельскохозяйственных организаций и фермеров. Как правило, такие проекты показывают отрицательную экономи-

ческую эффективность. Однако этот барьер может быть преодолен за счет софинансирования государства для компенсации стоимости создаваемых общественных благ. Помимо этого, верификация проекта как климатического с последующим выпуском углеродных кредитов позволило бы получать доход от их реализации.

2) Технические барьеры. Небольшой опыт реализации таких проектов усложняет процессы технического обслуживания, ремонта и поставки запчастей. Помимо этого, нехватка квалифицированных специалистов, как для эксплуатации, так и для технического обслуживания системы существенно ограничивает распространение таких технологий и повышает риски.

3) Экономические барьеры. Экономическая и физическая доступность традиционных источников энергии является основным препятствием инноваций. Недостаток финансовых стимулов развития технологии переработки отходов животноводства в альтернативную энергию снижает интерес со стороны сельскохозяйственных производителей.

Опыт реализации агроклиматических проектов Китая, Индии и Бразилии свидетельствует о том, что возможность монетизации углеродных единиц ограничивается трудностями административного и регуляторного характера, когда требуется верификация проекта в сертифицирующих организациях. С одной стороны, это дает возможность получения дополнительного дохода от реализации углеродных единиц, с другой стороны, требует вовлечения большого количества административного ресурса. Самостоятельно фермеры не в состоянии реализовать верифицированный агроклиматический проект.

Вместе с тем, одна из задач развития климатических проектов заключается в вовлечении широкого круга заинтересованных лиц (фермеры, местное сообщество, бизнес) за счет снятия возможных барьеров. При этом, как нам кажется, экологические и социальные стимулы могут играть не меньшую роль, чем экономические. Стремление местных жителей управлять традиционными природными ресурсами, улучшать окружающую среду необходимо учитывать в формировании климатической политики. Излишняя административная нагрузка даже при возможности получения дополнительного дохода может стать сильным барьером.

Список источников

1. Kiselev S.; Romashkin R.; Nelson G. C.; Mason-D'Croz, D.; Palazzo, A. (2013): Russia's food security and climate change: Looking into the future, *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, ISSN 1864-6042, Kiel Institute for the World Economy (IfW), Kiel, Vol. 7, Iss. 2013-39, pp. 1-66, DOI:10.5018/economics-ejournal.ia.2013-39
2. Лобанов В. А., Абаников В. Н., Окуличева А. А., & Григорьева А. А. Современные и будущие изменения климата Ленинградской области и их влияние на агроклиматические характеристики // *Метеорология и гидрология*. 2023. № 9. С. 100-113. – DOI 10.52002/0130-2906-2023-9-100-113.
3. Сиптиг С.О., Романенко И.А., & Евлокимова Н.Е. (5 2024 г.). Моделирование эффективных стратегических решений по низкоуглеродной трансформации отраслей животноводства // *АПК: Экономика, управление*. 2024. №5. С. 98-107. DOI:10.33305/245-98.
4. Бакуев Ж.Х., Бербеков В.Н., Сатибалов А.В [и др.] Углерод, секвестрирующий потенциал садов интенсивного типа // *Проблемы развития АПК региона*. 2022. №3(51). С.37-41. DOI 10.52671/20790996 2022 3 37.
5. Сафин Р.И., Валиев А.Р., Колесар В.А. Современное состояние и перспективы развития углеродного земледелия в Республике Татарстан // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021. Т.16. № 3(63). С. 7-13. DOI:10.12737/2073-0462-2021-7-13
6. Нестеренко Н. Международный опыт государственного регулирования углеродного следа агропродовольственной системы. *Экономика сельского хозяйства России*. 2022. №11. С. 88-103. DOI: 10.32651/2211-88
7. Nesterenko N., Vetrova M., & Abakumov E. (2025). Comparative Assessment of the Economic Efficiency of the Afforestation Project in the North-West of Russia. *Sustainability*, 17(9), 4007. DOI: 10.3390/su17094007
8. Ветрова М. Природные климатические проекты на основе морских экосистем: возможности и барьеры развития в РФ // *Экономика устойчивого развития*. – 2024. – № 2(58). – С. 51-59.
9. Правительство Российской Федерации. Распоряжение от 29 октября 2021 г. № 3052-р «Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» URL: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf> (дата обращения: 16.05.2025)
10. Куричев Н.К., Птичников А.В., Шварц Е.А., & Кренке А.Н. (2023). Природно-климатические проекты в России: ключевые проблемы и условия успеха // *Известия РАН. Серия географическая*. 2023. том 87. С. 619–636. DOI:10.31857/S25875566230400

11. Горбачева Н.В. Экономическая эффективность климатических проектов: традиционный и темпоральный подходы // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2024. 28 (4). С. 587-614. DOI:10.17323/1813-8691-2024-28-4-587-614
12. Группа Всемирного банка. Официальный сайт. <https://data.worldbank.org> (дата обращения 15.05.2025)
13. Нестеренко Н.Ю. Возможности и барьеры устойчивого развития сельского хозяйства в странах БРИКС // АПК: экономика, управление. 2023. №11. С. 110-121. DOI 10.33305/2312-110.
14. База данных проектов в рамках добровольных углеродных кредитов доступна по ссылке URL: <https://gspp.berkeley.edu/research-and-impact/centers/cepp/projects/berkeley-carbon-trading-project/offsets-database> Режим доступа свободный. (Дата обращения 20.12.2024)
15. Международное партнерство углеродных действий. Национальная система торговли квотами Китая URL: <https://icarpcarbonaction.com/en/ets/china-nationalalets#:~:text=Covered%20entities%20can%20use%20China,in%20the%20first%20compliance%20period> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 29.01.2024).
16. Карточка климатического регулирования: Китай. Москва: Центр международных и сравнительно-аналитических исследований. 2024. Источник: https://iclr.ru/storage/publication_pdf/90/RUS ClimateCard_China_13.02.24.pdf Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 29.01.2024).
17. Организация Объединенный Наций. Новостной портал. <https://news.un.org/ru/story/2016/10/1292731> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 22.05.2025).
18. Новостной портал Индии. <https://www.indianewsnetwork.com/ru/20250103/india-submits-4th-biennial-update-report-to-unfccc-a-milestone-in-climate-action> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 22.05.2025).
19. The Tribune. <https://www.tribuneindia.com/news/features/leveraging-carbon-finance-projects-for-a-livelihood-fillip-623031/> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 22.05.2025).
20. Реестр углеродных единиц. <https://carbonreg.ru> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 29.03.2025).
21. Ветрова М.А., Пахомова Н.В., Львова Н.А., Лемешко Н.А. Климатические проекты российского бизнеса: методология обоснования и рамочные условия успешной реализации // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5. Экономика. 2025. 41(1). С.66-92. DOI: 10.21638/spbu05.2025.104
22. Корнеева А. Мы не спешили набивать шишки»: как агрохолдинг «Гелио-Пакс» перешёл в нутрил и что из этого вышло // Agrobook. 2023 URL: <https://agrobook.ru/blog/user/aleksandra-koreneva/my-ne-speshili-nabivat-shishki-kak-agroholding-gelio-paks-pereshyol-v> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 08.07.2024).
23. Live Carbon Prices Today URL: <https://carboncredits.com/carbon-prices-today/> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 16.05.2025)
24. The World Bank. Carbon Pricing Dashboard URL: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 16.05.2025)
25. Statista. Forecast voluntary carbon offset (VCO) prices worldwide in 2030 and 2050, by scenario URL: <https://www.statista.com/statistics/1284060/forecast-carbon-offset-prices-by-scenario/>
26. Chand, H.B., Singh, S., Kumar, A., Kewat, A.K., Bhatt, R. and Bohara, R. (2021). Comprehensive Overview of REDD+ in India: Status, Opportunities and Challenges. *Grassroots Journal of Natural Resources*, 4(3): 185-200. DOI:10.33002/nr2581.6853.040314
27. Wongpiyabovorn, O., Plastina, A., & Crespi, J. M. (2023). Challenges to voluntary Ag carbon markets. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 45(2), 1154–1167. DOI:10.1002/aep.13254

References

1. Kiselev S.; Romashkin R.; Nelson G. C.; Mason-D'Croz, D.; Palazzo, A. (2013): Russia's food security and climate change: Looking into the future. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*. ISSN 1864-6042. Kiel Institute for the World Economy (IfW), Kiel, Vol.7, Iss. 2013-39, pp. 1-66, DOI: 10.5018/economics-ejournal.ia.2013-39
2. Lobanov V.A., Abannikov V.N., Okulicheva A.A., & Grigorieva A.A. Modern and future climate changes in the Leningrad region and their impact on agroclimatic characteristics . *Meteorology and Hydrology*. 2023; (9): 100-113. - DOI 10.52002/0130-2906-2023-9-100-113
3. Siptits S.O., Romanenko I.A., & Evdokimova N.E. (5 2024). Modeling of effective strategic decisions on low-carbon transformation of livestock industries. *AIC: Economics, Management*. 2024; (5); 98-107. DOI:10.33305/245-98
4. Bakuev J. H., Berbekov V.N., Satibalov A.V [et al.] Carbon sequestering potential of intensive type orchards. *Problems of development of agro-industrial complex of the region*. 2022; 3(51): 37-41. DOI 10.52671/20790996 2022 3 37
5. Safin R.I., Valiev A.R., Kolesar V.A. Current status and prospects for the development of carbon farming in the Republic of Tatarstan. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*. 2021; Vol.16; 3(63): 7-13. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-7-13
6. Nesterenko N. International experience of state regulation of the carbon footprint of the agro-food system. *Economy of agriculture of Russia*. - 2022. - №11. - pp. 88-103. DOI:10.32651/2211-88

7. Nesterenko N., Vetrova M., & Abakumov E. (2025). Comparative Assessment of the Economic Efficiency of the Afforestation Project in the North-West of Russia. *Sustainability*, 17(9), 4007. DOI: 10.3390/su17094007
8. Vetrova M. Natural climate projects based on marine ecosystems: opportunities and barriers to development in the Russian Federation. *Sustainable Development Economics*. 2024; 2(58): 51-59.
9. Government of the Russian Federation. Order of October 29, 2021 No. 3052-r "Strategies of socio-economic development of the Russian Federation with low greenhouse gas emissions until 2050" URL: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf> (date of reference: 16.05.2025)
10. Kurichev N.K., Ptichnikov A.V., Schwartz E.A., & Krenke A.N. (2023). Natural-climatic projects in Russia: key problems and conditions of success. *Izvestiya RAN. Series geographical*. 2023; Vol. 87; 619-636. DOI:10.31857/S25875566230400
11. Goracheva N.V. Economic efficiency of climate projects: traditional and themoral approaches *Economic Journal of the Higher School of Economics*. 2024; 28(4); 587-614. DOI:10.17323/1813-8691-2024-28-4-587-614
12. World Bank Group. Official website. <https://data.worldbank.org> (accessed 15.05.2023)
13. Nesterenko N.Yu. Opportunities and barriers to sustainable agricultural development in the BRICS countries. *AIC: Economics, Management*. 2023; (11): 110-121. DOI 10.33305/2312-110.
14. Database of projects under voluntary carbon credits is available at URL: <https://gsdp.berkeley.edu/research-and-impact/centers/cepp/projects/berkeley-carbon-trading-project/offsets-database> Access mode is free. (Date of access 20.12.2024)
15. International Carbon Action Partnership. China's National Emissions Trading System URL: <https://icap-carbonaction.com/en/ets/china-national-ets#:~:text=Covered%20entities%20can%20use%20China,in%20the%20first%20compliance%20period> Access mode: free. (Date of access: 29.01.2024).
16. Climate Regulation Card: China. Moscow: Center for International and Comparative Anatilic Studies. 2024. Source: https://iclr.ru/storage/publication_pdf/90/RUS_ClimateCard_China_13.02.24.pdf Access mode: free. (Date of access: 29.01.2024).
17. United Nations. News portal. <https://news.un.org/ru/story/2016/10/1292731> Access mode: free. (Date of access: 22.05.2025).
18. India News Portal. <https://www.indianewsnetwork.com/ru/20250103/india-submits-4th-biennial-update-report-to-unfccc-a-milestone-in-climate-action> Access mode: free. (Date of access: 22.05.2025).
19. The Tribune. <https://www.tribuneindia.com/news/features/leveraging-carbon-finance-projects-for-a-livelihood-fillip-623031/> Access mode: free. (Date of access: 22.05.2025).
20. Registry of Carbon Units. <https://carbonreg.ru> Access mode: free. (Date of access: 29.03.2025).
21. Vetrova M.A., Pakhomova N.V., Lvova N.A., Lemeshko N.A. Climate projects of Russian business: methodology of substantiation and framework conditions for successful implementation. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*. 2025; 41(1); 66-92. DOI:10.21638/spbu05.2025.104.
22. Korneeva A. We were not in a hurry to kick up a bump": how agroholding 'Helio-Paks' moved to a notil and what came out of it // *Agrobook*. 2023 URL: <https://agrobook.ru/blog/user/aleksandra-koreneva/my-ne-speshili-nabivat-shishki-kak-agroholding-gelio-paks-pereshyol-v> Mode of access: free. (Date of access: 08.07.2024).
23. Live Carbon Prices Today URL: <https://carboncredits.com/carbon-prices-today/> Access mode: free. (Date of access: 29.03.2025).
24. The World Bank. Carbon Pricing Dashboard URL: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/> Access mode: free. (Date of access: 29.03.2025).
25. Statista. Forecast voluntary carbon offset (VCO) prices worldwide in 2030 and 2050, by scenario URL: <https://www.statista.com/statistics/1284060/forecast-carbon-offset-prices-by-scenario/>
26. Chand H.B., Singh S., Kumar A., Kewat A.K., Bhatt R. and Bohara R. (2021). Comprehensive Overview of REDD+ in India: Status, Opportunities and Challenges. *Grassroots Journal of Natural Resources*, 4(3): 185-200. DOI:10.33002/nr2581.6853.040314
27. Wongpiyabovorn O., Plastina A., & Crespi J. M. (2023). Challenges to voluntary Ag carbon markets. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 45(2), 1154–1167. DOI.10.1002/aep.13254

Информация об авторах: Н.Ю. Нестеренко – кандидат экономических наук, доцент, М.А. Ветрова - кандидат экономических наук, доцент. **Information about authors:** Natalia Yu. Nesterenko – PhD in Economics, associate professor. M.A. Vetrova – PhD in Economics. associate professor

Вклад авторов: Н.Ю. Нестеренко – концепция и дизайн исследования, сбор данных, написание статьи. М.А. Ветрова – сбор данных, написание статьи, рецензирование и критика. **Contribution of the authors:** N.Y. Nesterenko - research concept and design, data collection, article writing. M.A. Vetrova - data collection, article writing, reviewing and critiquing. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 02.06.2025; одобрена после рецензирования 05.08.2025; принята к публикации 30.09.2025. **The article was submitted** 07.07.2025; approved after reviewing 05.08.2025; accepted for publication 30.09.2025.