

Секция «43.16 Экономика устойчивого развития: природопользование, энергетика, бизнес»

Демпфирование рисков усиления антропогенной нагрузки в свете современной практики утилизации отходов рисоводства

Заявка № 1675574

С 1970 года, наблюдается беспрецедентное ускорение роста глобальной среднегодовой температуры - данный период демонстрирует наивысшие темпы потепления по сравнению с любыми предыдущими пятидесятилетиями (Рис.1). К 2024 году отклонение температуры от доиндустриального уровня достигло +1,47 [U+2103], из которых 0,8 - 1,3 [U+2103] обусловлены антропогенными факторами. Высокоширотные регионы, включая территории Российской Федерации, считаются наиболее чувствительными к климатическим изменениям. С 1970-х годов среднегодовая температура в России увеличилась на 0,47 [U+2103] за десятилетие, что в 2,5 раза превышает мировой показатель (0,18 [U+2103]). В основе устойчивой тенденции к глобальному потеплению лежит нарастающая в атмосфере концентрация парниковых газов – диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (NO_2) – которая к 2024 году достигла рекордного значения 427 ppm. Совокупное радиационное воздействие долгоживущих парниковых газов увеличилось на 29%, из которых 88% приходится на диоксид углерода. По оценкам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC) до 75% текущего потепления связано с увеличением концентрации именно данных газов, тогда как вклад естественных климатических колебаний составляет не более 25% (Рис.2). Согласно Шестому оценочному докладу IPCC, выброс 1000 млрд. тонн CO_2 повышает глобальную температуру на 0,45 [U+2103] [1]. Без существенного сокращения эмиссии к концу 21 века повышение температурного фона планеты составит 2,8 - 5,7 [U+2103] (Рис.3). Однако данные риски могут быть минимизированы при условии принятия мер для ограничения мировых выбросов. Так, сектор землепользования и лесного хозяйства (AFOLU) способен обеспечить до 20-30% необходимого к 2050 году снижения поступления парниковых газов в атмосферу при стоимости данных мероприятий менее 100 долл./ т. CO_2 . В 2010 - 2019 гг. на сектор ежегодно приходилось 11,9±4,4 млрд. т. CO_2 (21% от общего объема антропогенных выбросов) (Рис.4). В 2007 - 2016 гг. среднегодовые выбросы метана от сектора составляли 161,2±43 млн. т. CH_4 , (44% всех антропогенных выбросов метана), из которых до 88% приходилось на сельское хозяйство, прежде всего животноводство и рисоводство. Производство риса образует значительные объемы агробиологических отходов: на 1 т. произведенной зерновой культуры приходится 1 - 1,5 т. соломы. Основные способы утилизации рисовых отходов - заделка в почву или сжигание на месте [2]. При этом эффективная заделка требует измельчения (< 10 см.) и затрат в размере 300 - 700 руб./га, иначе масса остается гнить на поверхности, способствуя накоплению в почве возбудителей пирикулярриоза и дополнительным выбросам CH_4 и CO_2 . Сжигание рисовой соломы обходится в среднем в 180-250 долл./га и наносит ощутимый ущерб почве: при сгорании тонны отходов теряется 5,5 кг азота, 2,3 кг фосфора, 25 кг калия и 1,2 кг серы [3]. Все эти питательные вещества необходимы для сохранения плодородия в течение продолжительного времени и подобные потери требуют обязательной компенсации посредством внесения минеральных удобрений. Издержки на восстановление почвы при сжигании одной тонны рисовой соломы составляют 31,4 долл. В процессе термического разложения органических остатков в воздух также выбрасываются крупно-(PM_{10}) и мелкодисперсные ($\text{PM}_{2.5}$) частицы, представляющие угрозу для здоровья человека. В 2021 году около 8% глобальных заболеваний было связано с загрязнением воздуха твердыми частицами. До 48% ХОБЛ напрямую связаны с неблагоприятной экологической обстановкой, в том же году данное заболевание унесло жизни 3,5 млн. человек

[4]. Так, в северных штатах Индии, на долю которой приходится 22,5% мирового урожая риса, концентрация взвешенных частиц достигает значений, эквивалентных ежедневному выкуриванию одной пачки сигарет. Экономический ущерб от загрязнения достигает 8,5% ВВП Индии и оказывает прямое влияние на демографические показатели: в 2003 - 2019 гг. оно стало причиной преждевременной гибели 44 - 98 тыс. чел. ежегодно (10,6% всех смертей в стране) [5]. Исходя из расчета социально-экономического эффекта на основе оценки стоимости статистической жизни (VSL), снижение ущерба от сокращения преждевременной смертности вследствие отказа от сжигания рисовой соломы составит ежегодно 9 - 20 млрд. долл. для Индии и в 1,5 - 15 млн. долл. для РФ [6]. Помимо минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду, использование отходов производства риса в качестве вторичного сырья повышает экономическую целесообразность производства за счет получения продуктов глубокой переработки с высокой добавленной стоимостью: из рисовой соломы и шелухи можно получить диоксид кремния, целлюлозные волокна, леволиновую кислоту, фурфурол, ксилозу и ксилит, этанол, уксусную, щавелевую, фитиновую и жирные кислоты. Несмотря на значительный потенциал, в настоящее время эти соединения практически не используются. Кроме того, при предварительной обработке объем сырья уменьшается вдвое, оптимизируя затраты на логистику и хранение. Также отходы рисоводства содержат значительное количество целлюлозы. По прогнозам The Environmental Paper Network, ежегодный прирост мирового производства бумаги составляет 1-2,5% и к 2030 году достигнет 482 млн. тонн. В мире в настоящее время около 40% заготавливаемой древесины используется в целлюлозно-бумажной промышленности, что влечет за собой ежегодную вырубку лесных массивов площадью 4 млн. га (в РФ 35% и 42 тыс. га соответственно) [7]. Использование рисовой соломы в качестве альтернативного сырья позволяет заменить древесину и тем самым не только удовлетворить потребности рынка, но и ликвидировать необходимость сжигания растительного сырья, что существенно сокращает антропогенную нагрузку на окружающую среду. Кроме того, сохраненные лесные ресурсы позволяют ежегодно поглощать до 175,4 тыс. тонн CO₂, способствуя снижению концентрации углекислого газа в атмосфере. Для обеспечения эффективного перехода от практики открытого сжигания рисовой соломы и шелухи к их глубокой переработке необходим комплексный подход, включающий следующие меры:

1. Создание региональной системы перерабатывающих предприятий в ключевых рисо-производящих регионах страны. Предлагается размещение производственных комплексов мощностью от 30 до 100 тыс. тонн в год на каждый регион, исходя из объемов образующегося сырья. Реализация данных проектов обеспечит сокращение объемов непереработанных отходов сельскохозяйственного производства, создание от 100 до 250 рабочих мест на каждое предприятие, а также рост инвестиций в данные регионы.

2. Закрепление законодательного запрета на сжигание рисовой соломы в открытом виде с введением ответственности для сельхозпроизводителей. Также предлагается поэтапное увеличение штрафов до десятикратного размера, лишение государственных льгот на текущий год.

3. Проведение систематической разъяснительной работы среди сельхозпроизводителей, направленной на формирование понимания негативных последствий сжиганий растительных остатков, в частности, деградации почвы, утрате гумуса, снижении урожайности и росте затрат на последующее восстановление плодородия.

4. Введение обязательной отчетности о способах утилизации соломы для сельхозпроизводителей с площадью возделывания риса свыше 50 га с возможностью автоматической проверки данных с использованием спутникового мониторинга.

5. Введение субсидий до 20% капитальных затрат и налоговых льгот на создание и модернизацию производств по переработке рисовой соломы.

6. Формирование государственного заказа на продукцию переработки рисовой соломы для нужд оборонно-промышленного комплекса и фармацевтической промышленности с целью создания гарантированного рынка сбыта, снижения рисков для инвесторов и повышения темпов масштабирования перерабатывающей отрасли.

Переход от открытого сжигания рисовой соломы к развитию глубокой переработки обеспечит сокращение выбросов CO₂, улучшение качества воздуха, снижение заболеваемости населения, а также создание производств продукции с высокой добавленной стоимостью, что усилит экологическую и экономическую безопасность государства.

Источники и литература

- 1) AR6 Synthesis Report Climate Change 2023 // IPCC: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- 2) Sustainable application of rice-waste for fuels and valuable chemicals-a mini review // Frontiers: <https://www.frontiersin.org/journals/chemistry/articles/10.3389/fchem.2023.1225073/full>
- 3) Карбамид лег на конфликтную почву // Коммерсантъ: <https://www.kommersant.ru/doc/7834671?ysclid=mdq5zmfay721573274>
- 4) Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) // WHO: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd))
- 5) Air quality impacts of crop residue burning in India and mitigation alternatives // Nature: <https://www.nature.com/articles/s41467-022-34093-z>
- 6) The Value of a Statistical Life in the Context of Road Safety: A New Value Transfer Approach // Open knowledge: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/dee667af-46aa-44a8-a786-2184f2be0c48>
- 7) Рынок бумаги и картона в России: как в ЦБП модернизируют производства // Forest complex: <https://forestcomplex.ru/cbp/rynok-bumagi-i-kartona-v-rossii-kak-v-cbp-modernizirujut-proizvodstva/>

Иллюстрации

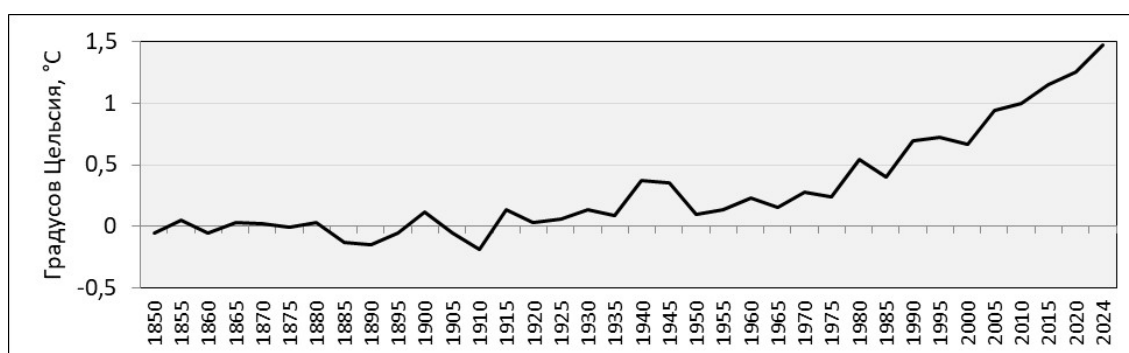


Рис. : 1. Глобальные аномалии земной температуры относительно 1850-1900 годов (°C)

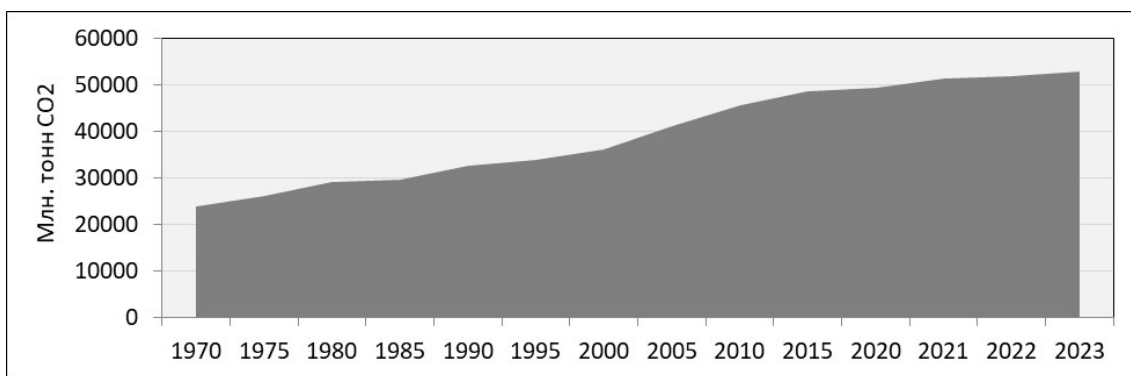


Рис. : 2.Динамика глобальных выбросов парниковых газов (млн. тонн CO₂)

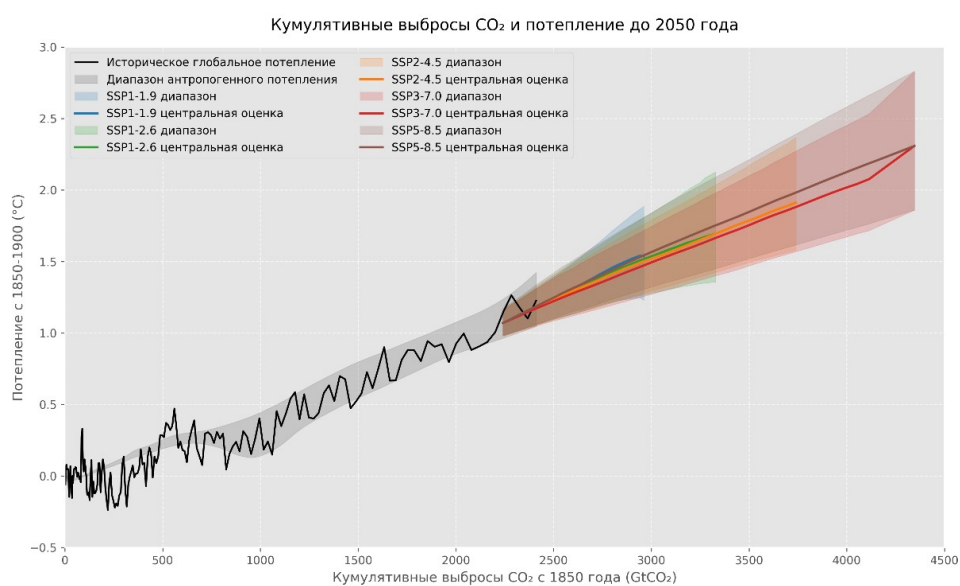


Рис. : 3.Взаимосвязь между совокупными выбросами CO₂ и повышением глобальной температуры поверхности Земли до 2050 года

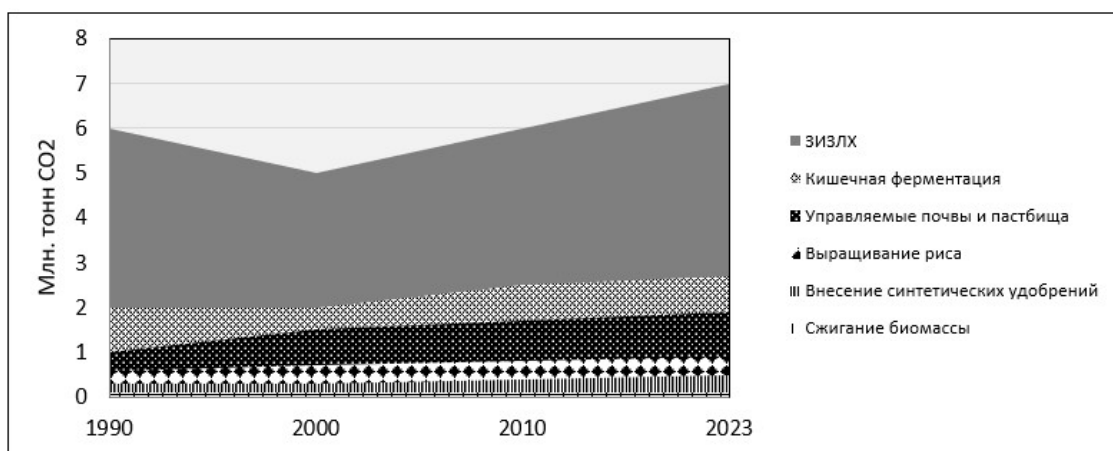


Рис. : 4.Глобальные тенденции в области выбросов и абсорбции парниковых газов в секторе лесного хозяйства и землепользования (млн. тонн CO₂)