

Научная статья

Original article

УДК 338.431.7 + 502.3

DOI 10.55186/25876740_2023_7_4_2

**БАЗЫ ДАННЫХ ПО ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ
АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СИСТЕМ
DATABASES ON GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM AGRIFOOD
SYSTEMS**



Сиптиц Станислав Оттович, доктор экономических наук, руководитель отдела системных исследований экономических проблем АПК филиала «Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А.Никонова» Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий - Всероссийский научно исследовательский институт экономики сельского хозяйства» (105064, Москва, Большой Харитоньевский пер., д. 21/6, стр.1), тел. 8(495) 628-59-42, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2587-2350>, ssiptits@viapi.ru

Романенко Ирина Анатольевна, доктор экономических наук, главный научный сотрудник отдела системных исследований экономических проблем АПК филиала «Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова» Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий - Всероссийский научно исследовательский институт экономики сельского хозяйства» (105064, Москва, Большой Харитоньевский

пер., д. 21/6, стр.1.), тел. 8(495) 607-62-83, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4585-2659>, romanenko@viapi.ru

Евдокимова Наталья Егоровна, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник отдела системных исследований экономических проблем АПК филиала «Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А.Никонова» Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий - Всероссийский научно исследовательский институт экономики сельского хозяйства» (105064, Москва, Большой Харитоньевский пер., д. 21/6, стр.1.), тел. 8 (495) 623-14-10, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4585-2659>, nevdokimova@viapi.ru

Siptits O. Stanislav, doctor of economic sciences, head of the department of system studies of the economic problems of the agroindustrial complex of the All-Russian institute of agrarian problems and informatics named after A. A. Nikonov - branch of the Federal state budget scientific institution "Federal scientific center for Agrarian economics and social development of rural territories - All-Russian research institute of agricultural economics" (105064, Moscow, Bolshoy Kharitonievsky per., 21/6, p. 1), tel. 8 (495) 623-14-10, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2587-2350>, ssiptits@viapi.ru

Romanenko A. Irina, doctor of economic sciences, chief research officer of the department of system research of economic problems of the agro-industrial complex of the All-Russian institute of agrarian problems and informatics named after A. A. Nikonov - branch of the Federal state budget scientific institution "Federal scientific center for Agrarian economics and social development of rural territories - All-Russian research institute of agricultural economics" (105064, Moscow, Bolshoy Kharitonievsky per., 21/6, p. 1), tel. 8(495) 607-62-83, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4585-2659>, romanenko@viapi.ru

Evdokimova E. Natalia, candidate of economic science, leading researcher, of the department for system studies of the economic problems of the All-Russian institute of agrarian problems and informatics named after A. A. Nikonov - branch of the Federal state budget scientific institution "Federal scientific center of Agrarian economics and social development of rural territories - All-Russian research institute of agricultural economics" (105064, Moscow, Bolshoy Kharitonievsky per., 21/6, p. 1), tel. 8 (495) 623-14-10, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6568-2063>, nevokimova@viapi.ru.

Аннотация. Формирование надежных источников информации по выбросам парниковых газов от агропродовольственных систем необходимо для обоснования стратегии и тактики их низко углеродной трансформации. В данной работе рассмотрены современные и широко используемые на практике базы данных по углеродному следу национальных агропродовольственных систем: FAO STAT, базы европейской миссии Copernicus, EDGAR-FOOD и WRI-CAIT (в области сельского хозяйства). Национальная система мониторинга и накопления данных по эмиссии и балансам углерода в наземных экосистемах даст возможность получать независимую информацию о влиянии России на изменения климата. Только независимая информационно-аналитическая система может быть основой для принятия государственных решений в области низко углеродного развития нашей страны. Разработка такой системы ведется и в России. В статье затронуты основные возможности и задачи, разрабатываемой на базе Института космических исследований информационно-аналитической системы «Углерод-Э», для моделирования динамики углеродного баланса территориальных агропродовольственных систем.

Abstract. Formation of reliable sources of information on greenhouse gas emissions from agri-food systems is necessary to substantiate the strategy and tactics of their low-carbon transformation. In this paper, modern and widely used in practice databases on the carbon footprint of national agro-food systems are considered: FAO STAT, bases of the European mission Copernicus, EDGAR-FOOD and WRI-CAIT (in the field of

agriculture). The national system for monitoring and accumulating data on carbon emissions and balances in terrestrial ecosystems will provide an opportunity to obtain independent information on Russia's impact on climate change. Only an independent information and analytical system can be the basis for making government decisions in the field of low-carbon development in our country. Such a system is also being developed in Russia. The article touches upon the main capabilities and tasks of the information-analytical system "Uglerod-E", developed on the basis of the Institute of Space Research, for modeling the dynamics of the carbon balance of territorial agro-food systems.

Ключевые слова: *агропродовольственные системы, землепользование, низкоуглеродная трансформация, информационные системы, база данных, эмиссия парниковых газов.*

Keywords: *agri-food systems, land use, low carbon transformation, information systems, database, greenhouse gas emissions.*

Введение. Пища - основа жизни неуклонно растущего населения мира, а эмиссия парниковых газов (далее – ЭПГ) является основным драйвером глобального потепления на нашей планете. Изменение климата грозит человечеству нарушением глобальной продовольственной безопасности, поэтому инструменты, отслеживающие тенденции выбросов загрязнителей воздуха, чрезвычайно важны для разработки мер борьбы, как за сохранение земной атмосферы, так и с изменением климата.

Агропродовольственные системы (далее – АПС) – один из основных загрязнителей воздуха на Земле. Понимание вклада различных компонентов в изменение атмосферы необходимо для разработки и реализации действенных и эффективных мер по смягчению последствий для АПС. ЭПГ от всех АПС намного больше, чем выбросы от сельского хозяйства, поскольку пищу не только надо выращивать, собирать или вылавливать, но и транспортировать, перерабатывать, упаковывать, хранить, распределять, продавать и готовить, а

остатки утилизировать. Признавая важность информации о местах и объемах выбросов загрязнителей от АПС, во многих странах ведутся разработки инструментов для мониторинга и накопления данных:

- 1) по тенденциям глобальной ЭПГ,
- 2) оценкам эффективности выбора мер регулирования и технологий,
- 3) воздействия ЭПГ и регуляторных мер на АПС и климат.

Так, особенно интересна работа [1], в которой впервые представлены результаты кадастр выбросов парниковых газов и их прекурсоров по странам АПС за последние годы.

Анализ, выполненный на основе мониторинга ЭПГ авторами статьи [1], показывает, что на жизненный цикл глобальной АПС (предварительное производство, производство, переработка, потребление и управление отходами) приходится 58 % антропогенных глобальных выбросов первичных ПГ, 72 % аммиака (NH_3), 13 % оксидов азота (NO_x), 9 % диоксида серы (SO_2) и 19 % неметановых летучих органических соединений.

Цели исследования. На основе мета-анализа зарубежных и отечественных разработок оценить современные возможности баз данных по эмиссии парниковых газов от АПС и информационные потребности для решения задачи динамической оптимизации процесса низко углеродной трансформации региональных АПС.

Зарубежные источники. База данных по выбросам парниковых газов от агропродовольственных систем **FAOSTAT** (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/EM>) состоит из нескольких доменов. База данных включает:

- выбросы иных, чем CO_2 , выбросов от сельскохозяйственной деятельности (т.е. выбросы метана [CH_4] и закиси азота [N_2O]);
- выбросы CO_2 в результате землепользования и изменений в землепользовании, а также в результате сжигания ископаемого топлива в процессах до и после производства;

– выбросы фторсодержащих газов, используемых в холодильной цепи агропродовольственных товаров.

Все отдельные домены суммируются в домене «Суммарные выбросы», где выбросы отдельных газов агрегируются в эквиваленте CO₂, рассчитанном с использованием потенциала глобального потепления из Пятого оценочного доклада МГЭИК [2]. Там отдельные категории выбросов обобщаются совокупными данными Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) по фермам, изменениям в землепользовании, а также до и после производства для разбивки выбросов от АПС по категориям сектора сельского, лесного и другого землепользования.

Оценки ФАО выбросов от агропродовольственных систем доступны в разбивке по странам, регионам и миру за период 1961–2022 годов для процессов сельскохозяйственного производства, т. е. растениеводства и животноводства. Данные о деятельности, лежащие в основе этих выбросов, основаны на данных страны, официально представленных в ФАО (например, поголовье скота, посевная площадь, использование удобрений в сельском хозяйстве). Также доступны прогнозы на 2030 и 2050 годы. Они рассчитаны по отношению к базовому периоду 2005–2007 гг. в соответствии с методами в работе [3].

Выбросы и абсорбция, связанные с землепользованием и изменениями в землепользовании, доступны только за период 1990–2020 годов. Данные о деятельности лесов собираются в рамках оценки лесных ресурсов ФАО с пятилетним циклом. Геопространственные данные дополняют существующую национальную статистику и служат источником данных о выбросах на осушенных органических почвах (1990–2020 гг.), в саваннах, при лесных пожарах и пожарах в органических почвах (1990–2021 гг.).

Данные об использовании энергии до и после производства, а также выбросы от других секторов экономики доступны за период 1990–2020 гг. Выбросы от предпроизводственных и постпроизводственных процессов, включая выбросы от утилизации отходов пищевых систем, рассчитываются ФАО на

основе данных о деятельности (в основном, использовании энергии) от Статистического отдела ООН, Международного энергетического агентства (МЭА) и других источников [4].

База данных распределяет по отдельным областям доли выбросов каждой категории в общем объеме выбросов. Соответствующие значения на душу населения также указываются в долях выбросов.

Статистические данные об абсолютных выбросах и их долях доступны по странам и регионам за период 1990–2019 годов в домене **FAOSTAT Emissions Shares** (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/EM/visualize>). Домен охватывает, помимо выбросов на сельскохозяйственных землях, процессы до и после производства в АПС, такие процессы, как:

1) производство материалов (удобрений, материалов для упаковки пищевых продуктов);

2) производство и потребление энергии в цепочках поставок продуктов питания (пищевая промышленность, транспорт и розничная торговля) и на уровне домохозяйств (приготовление пищи и охлаждение);

3) удаление отходов (например, захоронение, сжигание и управление сточными водами) [5].

Данные представлены как в классификациях МГЭИК, так и в классификации ФАО, в поддержку многочисленных потребностей процессов отчетности и облегчения ряда анализов в отношении АПС и их ЭПГ.

Copernicus - это программа Европейского Союза по наблюдению за Землей из космоса (<https://www.copernicus.eu/en>), которая предоставляет данные, информацию и услуги на основе спутниковых (и не только) данных. Спутники службы Copernicus вместе с наземными, воздушными и морскими датчиками обеспечивают впечатляющий объем глобальных данных, который они преобразуют в целевую информацию посредством обработки и анализа этих данных, а также моделирования и прогнозирования. Информационные массивы Copernicus представляют собой сопоставимые и доступные для поиска наборы

данных и временные ряды, что обеспечивает мониторинг тенденций и изменений. Модели изучаются и используются для создания более качественных прогнозов, например, для океанов и атмосферы. Карты создаются из изображений, выделяются особенности и аномалии, извлекается статистическая информация [6]. Эти дополнительные виды деятельности объединены в шести тематических потоках услуг Copernicus:

- Служба мониторинга атмосферы Copernicus (CAMS),
- Служба мониторинга морской среды Copernicus (CMEMS),
- Служба мониторинга наземной среды Copernicus (CLMS), Служба Copernicus по изменению климата (C3S),
- Служба управления чрезвычайными ситуациями Copernicus (CEMS),
- Служба безопасности Copernicus.

Служба мониторинга атмосферы Copernicus (CAMS) предоставляет данные и информацию о составе атмосферы. Сервис описывает текущую ситуацию, прогнозирует ситуацию на несколько дней вперед и последовательно анализирует ретроспективные записи данных за последние годы. CAMS поддерживает множество приложений в различных областях, включая здравоохранение, мониторинг окружающей среды, возобновляемые источники энергии, метеорологию и климатологию [6].

Служба работает по пяти основным направлениям:

- Качество воздуха и состав атмосферы;
- Озоновый слой и ультрафиолетовое излучение;
- Выбросы и поверхностные потоки;
- Солнечная радиация;
- Форсирование климата.

Служба мониторинга земель Copernicus (CLMS) предоставляет геопространственную информацию о земном покрове и его изменениях, землепользовании, состоянии растительности, круговороте воды, криосфере и поверхностной энергии Земли. CLMS поддерживает политику и приложения в

области окружающей среды и развития в таких областях, как пространственное планирование, управление лесным хозяйством, управление водными ресурсами, сельское хозяйство и продовольственная безопасность, сохранение и восстановление природы, развитие сельских районов, сохранение экосистем, а также смягчение последствий изменения климата и адаптация [7].

Copernicus создает бесконечные возможности для бизнеса. Ожидается, что в период с 2017 по 2035 год Copernicus принесет пользу европейскому обществу от 67 до 131 млрд евро, что в 10-20 раз превышает стоимость программы. По оценкам, более 80% прибыли будет формироваться вне космического сектора, благодаря использованию данных Коперника в других отраслях экономики (сельское хозяйство, рыболовство, страхование, качество воздуха и т. д.) [7].

Данные и информация Copernicus доступны на полной, открытой и бесплатной основе. Данные со спутников Copernicus Sentinel можно загрузить из специализированных инфраструктур, управляемых Европейским космическим агентством (ЕКА) и Eumetsat.

Европейская база данных EDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research - База данных выбросов для глобальных атмосферных исследований: <https://edgar.jrc.ec.europa.eu/>) - это многоцелевая глобальная база данных антропогенных выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха на планете Земля с использованием международной статистики, CAMS и согласованной методологии МГЭИК. В этой базе доступна информация, как на агрегированном национальном уровне, так и в виде карт с разрешением 0,1 x 0,1 градуса с годовыми, месячными и почасовыми данными. EDGAR представляет собой информационную систему результатов глобального мониторинга с 1970 г., и широко используется для поддержки оценки мер регулирования во всем мире.

На основе инструментария и информации EDGAR была разработана **база данных EDGAR-FOOD** (https://edgar.jrc.ec.europa.eu/edgar_food) с целью оценки влияния на климат функционирования АПС, а именно, видов деятельности, связанных с производством, распределением, потреблением и утилизацией

продуктов питания на различных этапах и секторах всей глобальной продовольственной системы. Данные EDGAR были дополнены информацией из FAOSTAT по ЭПГ от землепользования, связанного с сельским хозяйством [8]. EDGAR-FOOD - это первая база данных, последовательно оценивающая каждый этап пищевой цепи для всех стран с годовой периодичностью. В настоящее время база полностью заполнена показателями за период 1990-2015 годы.

Глобальная база данных о выбросах пищевых продуктов EDGAR-FOOD обеспечивает широкий уровень географической, временной и тематической детализации национальных выбросов парниковых газов от соответствующих АПС. С этим подробным и последовательным набором данных о выбросах, связанных с различными подсистемами АПС, можно оценить изменения в ЭПГ от АПС, вызванные, например, изменениями в поведении потребителей или технологическим развитием. Это все крайне необходимо для прогнозирования изменений в АПС и для разработки эффективных стратегий смягчения последствий изменения климата [9].

EDGAR-FOOD дает представление о том, как развивающаяся мировая АПС реагировала на рост населения планеты за последние 25 лет. На глобальном уровне видна не параллельность роста населения и выбросов, связанных с пищевыми продуктами: ЭПГ растет более низкими темпами по сравнению с ростом населения. Региональные соотношения не аналогичны: на многих территориях выбросы быстро растут из-за внутреннего спроса на продукты питания или их экспорта [9].

В отличие от мировых выбросов парниковых газов, в секторе производства продуктов питания не преобладают выбросы CO₂ от ископаемого топлива. Тем не менее, в соответствии с текущими тенденциями социально-экономического развития, выбросы от производства и потребления пищевых продуктов все больше определяются потреблением энергии, промышленной деятельностью и управлением отходами. С одной стороны, с точки зрения смягчения последствий, такая тенденция предполагает, что продовольственному сектору потребуются

конкретные отраслевые политики энергоэффективности и декарбонизации. Например, пищевая промышленность обычно требует более низких температур нагрева, чем другие виды промышленного производства, и эти более низкие температуры легче достигаются с помощью технологий, не основанных на ископаемом топливе [10].

Climate Watch - онлайн-платформа Института мировых природных ресурсов (World Resources Institute, Вашингтон, США) открытых климатических данных, визуализаций и ресурсов, необходимых для расчетов по воздействию изменения климата. Climate Watch впервые объединила десятки наборов данных, чтобы пользователи могли анализировать и сравнивать определяемые на национальном уровне меры по реализации Парижского соглашения, получать доступ к историческим данным о выбросах, узнавать, как страны могут согласовать свои цели в области борьбы с изменением климата для достижения своих целей устойчивого развития и использовать модели, чтобы наметить новые пути к низко углеродной экономике (<https://www.climatewatchdata.org/>).

Climate Watch имеет разбивку массива данных по секторам экономики, в том числе и отдельный модуль для сельского хозяйства (<https://www.climatewatchdata.org/sectors/agriculture#drivers-of-emissions>).

Сама платформа Climate Watch является частью специального инструмента анализа показателей в области климатической повестки WRI-CAIT того же американского Института мировых ресурсов [11].

WRI-CAIT включает в себя с разбивкой по странам и секторам:

- данные и визуализацию ЭПГ;
- база данных, определяемых на национальном уровне планов действий по сокращению выбросов и адаптации к изменению климата;
- сопоставление связей между определяемыми на национальном уровне стратегиями низко углеродного развития и Целями устойчивого развития;
- данные и визуализацию сценариев выбросов для стран, полученные из постоянно расширяющейся библиотеки моделей;

– национальные и отраслевые профили, которые предлагают краткое описание климатического прогресса, рисков и уязвимостей.

Отечественные разработки и обсуждение их возможностей. В Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромете) мониторинг и накопление данных по выбросам парниковых газов ведется с начала 70-х годов прошлого века. Благодаря разработке спектроскопического метода измерений общего содержания парниковых газов в столбе атмосферы с 1978 года ведутся регулярные наблюдения за интегральным содержанием парниковых газов в Воейково.

Национальная система мониторинга и накопления данных по эмиссии и балансам углерода в наземных экосистемах даст возможность получать независимую информацию о влиянии России на изменения климата. Только независимая информационно-аналитическая система может быть основой для принятия государственных решений в области низко углеродного развития нашей страны.

В России в Институте космических исследований РАН в настоящее время разрабатывается **информационно-аналитическая система «Углерод-Э»** для мониторинга углерода (<http://carbon.geosmis.ru/>). ИАС «Углерод-Э» станет информационной основой системы национального мониторинга углерода в лесных и других наземных экосистемах России. Система создается по распоряжению Правительства Российской Федерации научно-производственным консорциумом под руководством Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ РАН). ИАС «Углерод-Э» разрабатывается на базе Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» с целью обеспечивать исследователей оперативной и исторической информацией о балансе углерода в территориальных и иных наземных системах.

В основу разработки легли три ключевых ресурса:

- 1) данные космического мониторинга,

- 2) выборочные подспутниковые наблюдения, которые позволяют верифицировать результаты космического мониторинга,
- 3) эколого-математические модели, апробированные на всех получаемых данных.

На текущий момент система пока совершенствуется на мониторинге лесов и уже позволяет решать широкий комплекс задач, прежде всего, получение ежегодно обновляемой информации о лесах: площадь, запас древесины, преобладающая порода, полнота, бонитет, возраст и т.п. ИАС «Углерод-Э» продуцирует информацию о запасах и балансе углерода в лесах, о повреждениях лесных и других наземных экосистем пожарами и другими деструктивными факторами. Данные о балансах углерода обновляются ежегодно. Возможности системного анализа накапливаемых данных о состоянии лесов дорабатываются и расширяется их перечень.

В перспективе предусмотрена разработка аналогичных процедур для других экосистем, прежде всего, сельскохозяйственных земель. Доступные для анализа данные будут включать информацию о запасах и динамике углерода на различных пространственных уровнях, от локального до национального [12].

Данные отечественной системы мониторинга необходимы для формирования национальной отчетности Российской Федерации в рамках Парижского соглашения 2015 года для борьбы с изменением климата и его негативными последствиями. Только такие данные позволят поддерживать национальные интересы России в рамках переговорного процесса по климатической повестке.

На первом этапе работы данная система будет использована участниками консорциума для ведения исследований в рамках проекта «РИТМ Углерода». Это комплексный проект, в котором занято более двух десятков научных организаций, имеет целью разработку национальной системы мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации и создание

системы учета данных по потокам парниковых газов и запасам углерода в наземных экосистемах.

Составление балансов углерода на пахотных землях предполагает использование математического моделирования. Так, планируется параметризация комплекса имитационных моделей (DNDC, RothC) для пространственно-временного прогноза основных показателей баланса углерода для агроэкосистем лесостепной зоны а также развитие комплекса моделей углерода почвы агроэкосистем: NAMSOM, DayCent.

В дальнейшем, после отладки и запуска системы в эксплуатацию различным правительственным организациям и структурам будет предоставлен доступ к данным ИАС для выработки оптимальных стратегий управления лесными, аграрными и другими наземными экосистемами.

Заключение. Разработка и применение на практике национальных и глобальных систем мониторинга и информационных систем по ЭПГ ведется сейчас во многих странах (например, на сайте Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) приведен более полный перечень источников по данной тематике: <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/greenhouse-gas-data-external-sources>). В данной работе мы остановились на действующих и наиболее используемых информационных инструментах по ЭПГ от мировой, отраслевых и национальных АПС.

На нижеследующем рисунке 1 схематично представлена структура действующих систем мониторинга и информационных источников по ЭПГ. Такие системы не только чрезвычайно сложны и основаны на новейших достижениях науки и техники, но и являются необходимым инструментом, как обеспечения постоянного контроля за составом атмосферы, как важной части контроля за изменением климата, так и основой независимой и обоснованной национальной климатической политики. Это особенно важно для сельского хозяйства, которое

обеспечивает национальную продовольственную безопасность и зависит от климата более, чем другие отрасли экономики.

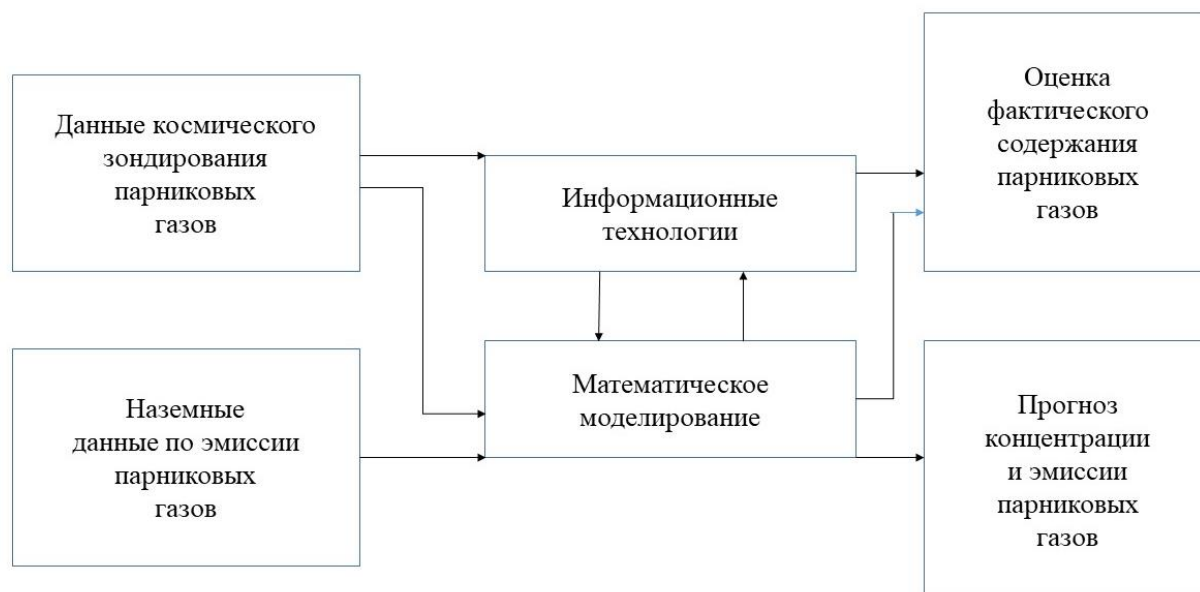


Рисунок 1 - Структура системы мониторинга и информационных источников по эмиссии парниковых газов.

Источник: разработано авторами.

Сокращение ЭПГ от АПС различного уровня имеет важное значение для достижения целей углеродной нейтральности этих систем, однако, следует констатировать, что отслеживание этих выбросов остается сложной задачей. Хотя РКИК ООН разработало и согласовало руководство для стран по представлению отчетов о выбросах, но отчетность стран часто не высокого качества, особенно это утверждение справедливо для бедных развивающихся стран.

Доступные научные источники данных о ЭПГ от АПС, рассмотренные в данной работе, характеризуются в современных аналитических обзорах тем, что их данные не согласуются ни друг с другом, ни с данными РКИК ООН [12]. Таким образом, цель разработки национальных инструментов и надежных источников данных о выбросах на уровне страны и всей планеты - обеспечить независимость и обоснованность национальной политики в области низко

углеродной трансформации агропродовольственных систем и аналитическому контролю мер по смягчению последствий изменения климата.

Литература

1. Balasubramanian S. et al. The food we eat, the air we breathe: a review of the fine particulate matter-induced air quality health impacts of the global food system //Environmental Research Letters. – 2021. – Т. 16. – №. 10. – С. 103004.
2. Change, Intergovernmental Panel On Climate. IPCC: Climate change, 2014.
3. Alexandratos, N. and J. Bruinsma. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO.
4. Menegat S., Ledo A., Tirado R. Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture //Scientific Reports. – 2022. – Т. 12. – №. 1. – С. 14490.
5. FAO. 2021. The share of food systems in total greenhouse gas emissions. Global, regional and country trends, 1990–2019. FAOSTAT Analytical Brief Series No. 31. Rome.
6. Peuch V. H. et al. The copernicus atmosphere monitoring service: From research to operations //Bulletin of the American Meteorological Society. – 2022. – Т. 103. – №. 12. – С. E2650-E2668.
7. Jutz S., Milagro-Pérez M. P. Copernicus: the European Earth Observation programme //Revista de Teledetección. – 2020. – №. 56. – С. V-XI.
8. Herforth A. et al. Cost and affordability of healthy diets across and within countries: Background paper for The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. FAO Agricultural Development Economics Technical Study No. 9. – Food & Agriculture Org., 2020. – Т. 9.
9. Crippa M. et al. Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions //Nature Food. – 2021. – Т. 2. – №. 3. – С. 198-209.

10. Crippa M. et al. Air pollutant emissions from global food systems are responsible for environmental impacts, crop losses and mortality //Nature Food. – 2022. – T. 3. – №. 11. – C. 942-956.

11. Dittmer K. M. et al. How good is the data for tracking countries' agricultural greenhouse gas emissions? Making use of multiple national greenhouse gas inventories //Frontiers in Sustainable Food Systems. – 2023. – T. 7.

12. Sukhoveeva O. et al. Greenhouse gases fluxes and carbon cycle in agroecosystems under humid continental climate conditions //Agriculture, Ecosystems & Environment. – 2023. – T. 352. – C. 108502.

References

1. Balasubramanian S. et al. The food we eat, the air we breathe: a review of the fine particulate matter-induced air quality health impacts of the global food system //Environmental Research Letters. – 2021. – T. 16. – №. 10. – C. 103004.

2. Change, Intergovernmental Panel On Climate. IPCC: Climate change, 2014.

3. Alexandratos, N. and J. Bruinsma. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO.

4. Menegat S., Ledo A., Tirado R. Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture //Scientific Reports. – 2022. – T. 12. – №. 1. – C. 14490.

5. FAO. 2021. The share of food systems in total greenhouse gas emissions. Global, regional and country trends, 1990–2019. FAOSTAT Analytical Brief Series No. 31. Rome.

6. Peuch V. H. et al. The copernicus atmosphere monitoring service: From research to operations //Bulletin of the American Meteorological Society. – 2022. – T. 103. – №. 12. – C. E2650-E2668.

7. Jutz S., Milagro-Pérez M. P. Copernicus: the European Earth Observation programme //Revista de Teledetección. – 2020. – №. 56. – C. V-XI.

8. Herforth A. et al. Cost and affordability of healthy diets across and within countries: Background paper for The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. FAO Agricultural Development Economics Technical Study No. 9. – Food & Agriculture Org., 2020. – Т. 9.

9. Crippa M. et al. Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions //Nature Food. – 2021. – Т. 2. – №. 3. – С. 198-209.

10. Crippa M. et al. Air pollutant emissions from global food systems are responsible for environmental impacts, crop losses and mortality //Nature Food. – 2022. – Т. 3. – №. 11. – С. 942-956.

11. Dittmer K. M. et al. How good is the data for tracking countries' agricultural greenhouse gas emissions? Making use of multiple national greenhouse gas inventories //Frontiers in Sustainable Food Systems. – 2023. – Т. 7.

12. Sukhoveeva O. et al. Greenhouse gases fluxes and carbon cycle in agroecosystems under humid continental climate conditions //Agriculture, Ecosystems & Environment. – 2023. – Т. 352. – С. 108502.

© Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е., 2021. *International agricultural journal*, 2023, № 4, 1025-1042.

Для цитирования: Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. БАЗЫ ДАННЫХ ПО ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СИСТЕМ //International agricultural journal. 2023. № 4, 1025-1042.