

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«КУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

305000, г. Курск, ул. Радищева, 33
тел. (4712) 70-05-38
факс. (4712) 51-36-49
e-mail: info@kursksu.ru

№ 3172/09 от 24.11. 2023 г.
На № _____ от _____ 20__ г.

Утверждаю
проректор по научной работе,
цифровизации и международным
связям

Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Курский государственный
университет»



С.П. Логинов

« 16 » _____ 11 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации - Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курский государственный университет» (ФГБОУ ВО «Курский государственный университет») на диссертационную работу Артамонова Григория Евгеньевича «Экологическая оценка углеродного и азотного следа по выбросам газов объектов тепловой энергетики в условиях Российской Федерации», представленную в диссертационный совет 35.2.030.06, созданный на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 Экология.

Последствия изменения климата и его влияние на устойчивое развитие, благополучие населения и состояние природных экосистем является одними из глобальных вызовов экологической безопасности Российской Федерации. Выбросы парниковых газов оказывают существенное влияние на изменение климата, динамику углеродного и азотного баланса в наземных экосистемах. Согласно современным оценкам масса глобальных выбросов парниковых газов увеличилась на 40-50 % относительно 1990 года, а выбросы парниковых газов от сжигания углеводородного топлива выросли в 3 раза относительно значений этого показателя в 1965 году. В сложившихся условиях возникла необходимость в эффективном и последовательном реагировании на угрозу изменения климата, основанном на контроле эмиссии парниковых газов, максимальном учете ассимиляционного потенциала экосистем, разработке, валидации, реализации и верификации углеродных проектов (в т.ч. в энергетическом секторе экономики).

Работа Артамонова Г.Е. посвящена исследованиям в области экологической оценки углеродного и азотного следа по выбросам

парниковых газов теплоэлектростанциями Российской Федерации с анализом ассимиляционного потенциала наземных экосистем зон воздействия ТЭС, по отношению к антропогенному углероду и азоту. Диссертация состоит из введения, 6 глав, включающих обзор литературы, описание объектов и методов исследований, анализ результатов исследований, заключения и списка использованной литературы. Диссертационная работа изложена на 163 страницах. Фактический материал представлен 44 таблицами и 37 рисунками. Список литературы состоит из 216 источников, в том числе 31 англоязычных.

Во **Введении** обоснована актуальность проведенных исследований, которая обусловлена тем, что для достижения Россией к 2060 году углеродной нейтральности территории необходима оптимизация деятельности объектов тепловой энергетики, в части минимизации выбросов парниковых газов и других загрязняющих веществ, а также анализ и учет экосистемного разнообразия территории страны и их ассимиляционных способностей к поглощению углерода и азота. Диссертант четко определил цель и задачи исследования, им кратко объяснена структура представленной к защите работы, ее научная новизна и практическая значимость. Защищаемые положения представлены тремя пунктами, которые хорошо раскрыты и обоснованы. Личный вклад автора заключался в активном участии во всех этапах исследования, обработке и интерпретации результатов исследований, их апробации и написании научных статей. Ключевые работы были доложены на нескольких международных и всероссийских конференциях. По теме исследования опубликовано 15 печатных работ, из них 7 – в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК (1 в RSCI), 2 работы на английском языке в изданиях, цитируемых в реферативной базе данных «SCOPUS».

В **главе 1** проведен детализированный литературный обзор трендов и динамики глобальных климатических изменений, проблем регулирования антропогенных выбросов парниковых газов, подходов к экологической оценке углеродного и азотного следа. Диссертант продемонстрировал глубокое знание материала по указанному вопросу.

В **главе 2** приводится краткая характеристика региона исследования, описаны объекты исследования, которыми являются размещенные на территории Российской Федерации 356 объектов тепловой энергетики и приведены и ранжированы их мощности и масштабы зон воздействия с типизацией наземных экосистем по И.С. Гудилину. Методическая особенность исследования - системный подход к структурированию и систематизации большого массива информации об объектах тепловой энергетики, включающий географическую привязку к типам наземных экосистем с основными технологическими и экологическими показателями и комплексную оценку влияния выбросов CO₂ и NO₂ на наземные экосистемы. Сбор информации о деятельности исследуемых ТЭС проведен на основе анализа различных государственных и негосударственных источников. Для оценки углеродной и азотной нагрузки использовался балансовый подход.

Для оценки ассимиляционных способностей наземных экосистем использованы экспертные индикаторы состояния наземных экосистем. Таким образом, соискатель в своих исследованиях использовал широко распространенные в экологии методы.

В главе 3 приведена типизация на группы и подгруппы исследуемых объектов тепловой энергетики, в основу которой три диагностирующих показателя: тип тепловой электростанции, вид топлива, численность населения, проживающего в районе размещения ТЭС. Описаны 4 основные группы ТЭС с приведением производственных и экосистемных показателей подгрупп. Также приведены результаты корреляционного и кластерного анализа исследуемых объектов теплоэнергетики, указывающие на связь производственных и экологических показателей, которая значительно усиливалась при дифференцированном подходе, основанном на предлагаемой автором типизации ТЭС.

В главе 4 выполнен анализ динамики выбросов диоксида углерода объектами теплоэнергетического сектора, где выявлен общий тренд, направленный на снижение выбросов и установлена определенная цикличность выбросов, обусловленная климатическими флуктуациями и тенденциями развития уровня производства энергии. Проведенные расчеты углеродного следа позволили автору выявить электростанции, имеющие наибольший и наименьший показатель углеродного следа, среди которых отмечена Томская ТЭЦ-1, как несоответствующая критериям «зеленых проектов». Приведены результаты оценки почвенного и растительного пулов углерода в наземных экосистемах зоны воздействия исследуемых ТЭС, которые свидетельствуют о том, что наибольшие показатели обновления органического углерода характерны для зон смешанных и лиственных лесов Южного и Дальневосточного федеральных округов. Автором установлено, что значения индекса углеродной нагрузки ТЭС на экосистемы имеют широкий диапазон варьирования от 0,0008 до 20,6 единиц, что позволило разработать дифференцированную шкалу углеродной нагрузки и провести типизацию ТЭС по этому показателю с разделением их на 5 групп.

В главе 5 автором проанализирована динамика выбросов оксидов азота от стационарных источников, где отмечены разнонаправленные линии тренда, что связано с рядом эколого-экономических факторов, контрастирующих и проявляющихся в отдельных временных периодах. По результатам расчетов азотного следа автором выявлено, что наибольшие его значения характерны для ТЭС, имеющих невысокую установленную мощность и показатели КИУМ меньше среднего значения по России. Повышенный азотный след в большей степени обусловлен спецификой используемого топлива. Результаты оценки растительного и почвенного пулов азота в наземных экосистемах зоны воздействия объектов тепловой энергетики указали на схожесть показателя годового обновления азота с годовым обновлением наземных экосистем по углероду. Расчет индекса азотной нагрузки показал еще более широкий диапазон варьирования - от 0,2 до 2195. Исследуемые ТЭС были разделены автором на 5 групп с

использованием шкалы дифференциации азотной нагрузки. Отмечено, что как и в случае углерода, группа с «чрезвычайно высокой» азотной нагрузкой представлена в основном угольными ТЭС. В ходе исследования выявлено, что к территории так называемой азотной нейтральности в нашем исследовании можно отнести только наземные экосистемы, находящиеся в зоне непосредственного воздействия Калужской ТЭЦ.

В главе 6 приведена экологическая оценка углеродного и азотного следа ТЭЦ города Москвы. Выявлено, что индекс углеродной нагрузки имеет тесную корреляционную связь с расходом условного топлива (мазут) ($r = 0,805$). Индекс азотной нагрузки имеет тесную корреляционную связь с установленной мощностью ($r = 0,799$), производством электроэнергии ($r = 0,758$), расходом электроэнергии на собственные нужды ($r = 0,837$), расходом условного топлива (газ) ($r = 0,771$). По результатам проведенных автором исследований установлено: наибольшую углеродную нагрузку на наземные экосистемы оказывает ТЭС «Терешково», что обусловлено очень высоким показателем выбросов CO_2 на фоне относительно невысоких показателей годовичного обновления органического углерода в наземных экосистемах в зоне непосредственного воздействия (СТа); наибольшую азотную нагрузку на наземные экосистемы оказывают ТЭЦ-26 и ТЭЦ-21, которые объединились в один кластер, что обусловлено очень высокими показателями выбросов NO_2 на фоне относительно невысоких показателей годовичного обновления органического азота в наземных экосистемах в зоне непосредственного воздействия ТЭС (НТа). Выявлено, что территория города Москвы относится к группе «средней» углеродной нагрузки ($I_{LC} - 0,021$) и группе «высокой» азотной нагрузки ($I_{LN} - 10,67$).

Заключение содержит выводы, сделанные по результатам проведенных исследований. Они состоят из 6 пунктов, хорошо обоснованы и отвечают поставленным задачам.

Исследование вносит важный вклад в изучение углеродного и азотного следа от объектов теплоэнергетики. Полученные результаты обладают безусловной новизной. Теоретическая значимость работы тем, что проведенный диссертантом анализ и полученные результаты расширяют и дополняют теоретические положения о нормировании углеродной и азотной нагрузки на экосистемы при обязательном учете ассимиляционного потенциала последних. Практическая значимость исследования заключается в том, что полученные результаты диссертационного исследования дополняют информационно-методическое обеспечение экологических обоснований по выполнению сценариев стратегии низкоуглеродного развития России, а также продления горизонта планирования Энергетической стратегии до 2050 г. Детализированный и глубокий анализ собранного диссертантом материала и интерпретация полученных результатов, а также качество и практическая применимость сделанных выводов свидетельствуют о высокой квалификации диссертанта. Цель и задачи исследования определены четко. Защищаемые положения полностью раскрыты и

обоснованы. Текст автореферата и 15 опубликованных работ в полной мере отражают содержание диссертации.

Несмотря на указанные положительные стороны диссертации Артамонова Г.Е. имеются замечания:

1. В диссертации приведены результаты кластерного анализа (стр. 86, 102, 135) без указания используемого метода оценки расстояний между кластерами.
2. В разделе «Введение» теоретическая значимость исследования и личный вклад автора не обособлены в отдельные пункты.
3. Непонятно почему ассимиляционный потенциал ТЭС Российской Федерации рассчитывался относительно зон непосредственного воздействия ТЭС, где «Зона непосредственного воздействия ТЭС оценивается как сумма площадей относительно однородных (по растительности и почвам) участков земель, используемых ТЭС и на площади нормированных санитарно-защитных зон в соответствии с новой редакцией СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03», тогда как в г. Москва в качестве ассимиляционных объектов для расчета углеродного и азотного следа были выбраны ООПТ г. Москвы? Наверняка при учете участков земель, непосредственно используемых ТЭС г. Москвы, полученные результаты были более полноценными.
4. В тексте диссертации встречаются опечатки и пунктуационные ошибки - стр. 7, 17.

Указанные замечания не уменьшают ценности проведенной работы. Количество и уровень публикаций достаточно для присуждения ученой степени кандидата биологических наук.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа «Экологическая оценка углеродного и азотного следа по выбросам газов объектов тепловой энергетики в условиях Российской Федерации» отвечает требованиям п. 9 и 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (№ 842), утвержденного Правительством РФ 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор - Артамонов Григорий Евгеньевич заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 Экология.

Отзыв заслушан и утвержден на заседании кафедры биологии и экологии ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», протокол заседания № 4 от 16.11. 2023 г.

Профессор кафедры биологии и экологии ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», доктор сельскохозяйственных наук, профессор



Елена Петровна Проценко
Заведующий кафедрой биологии и экологии ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», кандидат биологических наук, доцент



Наталья Ивановна Тригуб