

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента на диссертационную работу  
Артамонова Григория Евгеньевича «Экологическая оценка углеродного и  
азотного следа по выбросам газов объектов тепловой энергетики в  
условиях Российской Федерации», представленную на соискание ученой  
степени кандидата биологических наук по специальности  
1.5.15. Экология (биологические науки)**

### *1. Актуальность темы диссертационного исследования.*

На фоне ускоряющихся в XXI столетии глобальных изменений климата крайне остро стоят экологические вопросы системного анализа основных источников антропогенных выбросов парниковых газов, научно обоснованное регулирование которых является одним из глобальных вызовов экологической, технологической и экономической безопасности Российской Федерации.

К наиболее концентрированным антропогенным источникам выбросов парниковых газов относятся тепловые электростанции, прежде всего угольные. В то же время наземные экосистемы России обладают значительным ассимиляционным потенциалом для локализации и нейтрализации выбросов парниковых газов и других загрязняющих веществ. Высокая актуальность проведенных исследований обусловлена тем, что для достижения Россией к 2060 году заявленной руководством страны общей углеродной нейтральности территории необходима рациональная оптимизация деятельности крупных объектов тепловой энергетики страны, в части экологически обоснованной минимизации выбросов парниковых газов и сопутствующих загрязняющих веществ на основе сравнительного анализа их объемов и ассимиляционных способностей прилегающих к ТЭС наземных экосистем.

Экологическая оптимизация деятельности объектов тепловой энергетики в части экосистемно обоснованной минимизации выбросов оксидов углерода и азота может внести существенный вклад в постепенный переход экономики России к более низкоуглеродным технологическим решениям, содействуя



скоординированным международным усилиям по сохранению окружающей среды при общем замедлении глобальных изменений климата.

Таким образом, актуальность рассматриваемой темы обусловлена усилением глобальных экологических и технологических вызовов тепловой энергетики в Российской Федерации на фоне ускоряющихся в XXI веке изменений климата.

## ***2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.***

***Научная новизна работы.*** Автором проведена экологическая типизация объектов тепловой энергетики России с учетом ландшафтно-экологических особенностей их местоположения. Выявлены зонально дифференцированные закономерности, технологические и экологические факторы сбалансированного воздействия газообразных выбросов углерода и азота на наземные экосистемы, находящиеся в зоне воздействия и непосредственной близости от ТЭС.

Разработаны экологические обоснования для обновления индикаторов наиболее эффективного перераспределения текущего и перспективного использования потенциальной мощности тепловых электростанций с выделением объектов ТЭС с повышенным потенциалом их функционально-экологической эффективности. Проанализирован ассимиляционный потенциал наземных экосистем в зоне воздействия ТЭС, который оказался недостаточным для текущего уровня газообразных выбросов углерода и азота отдельных объектов энергетики. Проведена экологическая оценка ассимиляционного потенциала наземных экосистем ООПТ Москвы по отношению к воздействию локальных ТЭС.

***Практическая значимость.*** Разработанные и апробированные в ходе исследования Г.Е. Артамонова алгоритмические элементы информационно-методического обеспечения, сформированная автором база экологических и технологических данных по ТЭС, полученные на ее основе результаты могут быть полезны в качестве методической основы при разработке профильных



модулей геоинформационных систем в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Это уже нашло частичное практическое применение при разработке федеральной ГИС: «Ведомственная Автоматизированная Интегрированная геоинформационная система автоматизации и информационной поддержки мониторинга и контроля использования земель сельскохозяйственного назначения Россельхознадзора» ГИС «Деметра».

*Достоверность и обоснованность результатов.* Достоверность результатов исследования подтверждается большим количеством представительных объектов, проанализированных автором, и использованием им современных методов исследования, которые соответствуют поставленным в работе целям и задачам. Сформулированные выводы диссертации подкреплены фактическими данными, обобщенными в таблицах и рисунках. Статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных компьютерных программ и методов обработки информации.

### *3. Общая характеристика работы.*

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями, изложенными в «Положении о порядке присуждения ученых степеней». Она изложена на 163 страницах, иллюстрирована 37 рисунками, содержит 44 таблицы. Работа состоит из введения, 6 глав, заключения и списка использованной литературы, который содержит 216 источников, в том числе 31 англоязычный.

*Во введении* автор раскрывает актуальность темы, формулирует цель, задачи, научную новизну и практическую значимость работы, а также положения, выносимые на защиту.

*В главе 1* автором проведен детализированный обзор отечественной и зарубежной литературы, посвященной исследованию современных трендов и динамики глобальных климатических изменений, проблем регулирования антропогенных выбросов парниковых газов, подходов к экологической оценке углеродного и азотного следа. Системно изложена информация о степени



изученности проблемы. Диссертант, в целом, продемонстрировал глубокое знание материала по исследованным вопросам.

*В главе 2* приводится краткая характеристика региона исследования, описаны объекты исследования, которыми являются размещенные на всей территории Российской Федерации 356 объектов тепловой энергетики. Кратко описаны используемые в работе методы сбора, структурирования и типизации экологической и влияющей на нее обобщенной технологической информации о деятельности 356 крупных объектов тепловой энергетики разного назначения, расположенных на территории РФ и зонах их непосредственного влияния. Для оценки экологической допустимости углеродной и азотной нагрузки ТЭС на прилегающие к ним экосистемы использовался балансовый подход. Для оценки ассимиляционных способностей наземных экосистем использованы экспертные индикаторы состояния наземных экосистем: запасы сухой фитомассы на  $1 \text{ м}^2$  в  $\text{кг}/\text{м}^2$  ( $Bo$ ) и запасы гумуса в  $1 \text{ м}^2$  почвы в  $\text{кг}/\text{м}^2$  ( $Ho$ ), опубликованные в обобщающих работах по географии почв и биогеохимии.

*В главе 3* приведены результаты анализа регионально-типологических особенностей исследуемых объектов тепловой энергетики России. Описаны 4 основные группы ТЭС с приведением производственных и экосистемных показателей, выделенных в них подгрупп. Описаны основные регионально-типологические закономерности, факторы и индикаторы экологического, технологического и пространственно разнообразия исследуемых объектов ТЭС. Решающее влияние имеют тип наземных экосистем, площадь зоны непосредственного воздействия и установленная мощность. Факторами второго порядка являются вид используемого топлива и коэффициент использования установленной мощности (КИУМ).

*В главе 4* дана экологическая оценка углеродного следа исследуемых ТЭС, которая позволила автору выявить электростанции с наибольшим и наименьшим показателем углеродного следа. Большинство исследуемых ТЭС соответствует критериям «адаптационным проектов». Не соответствующая при этом критериям «зеленых проектов» Томская ТЭЦ-1 работает в режиме котельной и



осуществляет в основном теплоснабжение. Наиболее экологически безопасными объектами энергетики для прилегающих наземных экосистем преимущественно являются газовые ТЭЦ с индексом углеродной нагрузки менее 0,01. На основании проведенной экологической оценки углеродного следа проанализированных ТЭЦ автором отмечено, что в России имеются хорошие предпосылки для поэтапного перехода большинства субъектов РФ до уровня углерод-нейтральных территорий в части углеродной нейтрализации функционирования крупных современных объектов теплоэнергетики.

*В главе 5* на основе анализа индекса азотной нагрузки проводится экологическая оценка азотного следа проанализированных ТЭС с учетом ассимиляционной способности наземных экосистем к связыванию выбросов антропогенного азота. В результате расчетов было установлено, что наиболее высокий уровень азотного следа имеют преимущественно угольные и мазутные старые электростанции малой мощности, большая часть которых отличается низкими показателями КИУМ. Автор делает вывод о том, что азотная нагрузка на наземные экосистемы имеет существенно более высокие показатели, чем углеродная нагрузка. В группу с «допустимой» азотной нагрузкой попала только 1 газовая электростанция – Калужская ТЭЦ, расположенная в г. Калуга, имеющая невысокую мощность, низкие объемы выбросов  $\text{NO}_2$  и фактически работающая в режиме котельной, с показателем КИУМ всего 3,6 %.

*В главе 6* приведена экологическая оценка углеродного и азотного следа ТЭЦ города Москвы. По результатам проведенных исследований установлено, что к 2035 году прогнозируется дальнейшее увеличение азотного следа и индекса азотной нагрузки для большинства рассматриваемых ТЭЦ ПАО «Мосэнерго». Московские ТЭЦ расположены в сильно урбанизированных экосистемах, большая часть территории которых имеет асфальтированные и другие водонепроницаемые покрытия с очень низким или даже отрицательным ассимиляционным потенциалом. Лесные урбоэкосистемы Москвы, обладающие значимым потенциалом компенсировать воздействие антропогенных выбросов, как правило, расположены на значительных расстояниях от ТЭЦ. Парки и



небольшие зеленые зоны Москвы, имеющие ограниченные ассимиляционные способности ввиду их недостаточных площадей, не позволяют полностью скомпенсировать повышенное поступление антропогенного азота от ТЭЦ. Данная ситуация вызывает серьезную обеспокоенность в связи с тем, что в настоящее время в Москве прогнозируется рост энергопотребления, связанный с мероприятиями по цифровой трансформации городского хозяйства.

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

#### ***4. Замечания и пожелания по диссертации.***

При общей положительной оценке диссертационной работы Григория Евгеньевича Артамонова, к ней имеется несколько дискуссионных вопросов и редакционных замечаний:

1. Автор оценивает антропогенную эмиссию углекислого газа с объектов тепловой энергетики по данным в статистической отчетности ТЭЦ выбросов CO. Желательно получить дополнительные пояснения экогеохимической обоснованности такого подхода.

2. Средний период обновления почвенного гумуса в верхних горизонтах почв автором условно принимается за 1000 лет. Желательно получить дополнительные пояснения экологической и методической обоснованности такой оценки, используемой в работе без попыток ее зонально-провинциальной дифференциации.

3. Автором используется унифицированный коэффициент пересчета фитомассы в органический углерод (0,5). Желательно дать дополнительные пояснения экологической и методической обоснованности его использования без зонально-провинциальной дифференциации.

4. Автором используется унифицированный коэффициент пересчета содержания гумуса в органический углерод (0,58). Желательно дать



дополнительные пояснения экологической и методической обоснованности его использования для всех вариантов почв в зонах влияния ТЭЦ.

5. Приведенные в иллюстрациях данные динамики выбросов  $\text{CO}_2$  в секторе «Энергетика» не доведены до последнего года.

6. В работе и автореферате встречаются опечатки. Так, автор периодически обозначает сокращения граммов как «г.», что общепринято для сокращенного обозначения «год». Сокращения «млн» и «млрд» также принято давать без точки. Обозначения показателей в ряде рисунков и подписей к ним иногда имеют незначительные расхождения, например  $C_{\text{та}}$  и  $C_{\text{Та}}$ ,  $N_{\text{та}}$  и  $N_{\text{Та}}$ .

Отмеченные вопросы и замечания носят не принципиальный, а преимущественно дискуссионный или редакционный характер, и не повлияли на общую высокую оценку работы.

***5. Заключение о соответствии диссертации критериям,  
установленным Положением о присуждении ученых степеней.***

Диссертационное исследование Артамонова Григория Евгеньевича является завершенной самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные и статистически доказанные регионально-типологические закономерности значительной пространственной дифференциации экологической оценки углеродного и азотного следа по выбросам газов крупных объектов тепловой энергетики в условиях Российской Федерации.

Материалы диссертации доложены на ряде международных и всероссийских конференциях, опубликованы в 15 научных работах, включая 7 работ в журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 2 работы – в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus. Опубликованные статьи отражают основные положения исследования.

Диссертационная работа отвечает пунктам 7 и 10 паспорта специальности 1.5.15. Экология:



п. 7. Циклы биогенных элементов в экосистемах, биомах и биосфере в целом;

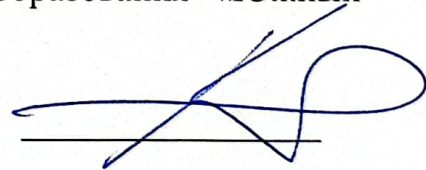
п. 10. Антропогенное воздействие на популяции, сообщества и экосистемы. Разработка экологически обоснованных норм воздействия хозяйственной деятельности человека на живую природу.

Таким образом, диссертационная работа «Экологическая оценка углеродного и азотного следа по выбросам газов объектов тепловой энергетики в условиях Российской Федерации» отвечает требованиям п. 9 и п. 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, 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.

**Официальный оппонент:**

**Колесников Сергей Ильич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет».

«01» декабря 2023 года

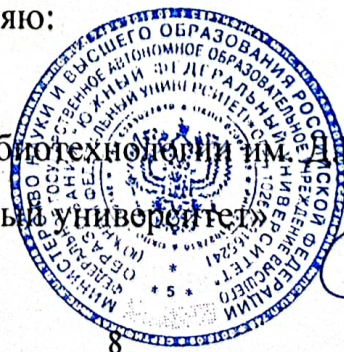


344090, г. Ростов-на-Дону, просп. Стачки, д. 194/1.

Тел.: +7-918-555-09-04; e-mail: kolesnikov@sfedu.ru

Подпись Колесникова С.И. заверяю:

Директор Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского  
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»



Казеев К.Ш.