

ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертационную работу Суховеевой Ольги Эдуардовны

«ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПОТОКОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В АГРОЛАНДШАФТАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

Диссертация О.Э. Суховеевой посвящена актуальной теме количественного анализа параметров биогеохимического цикла углерода в наземных ландшафтах в связи с проблемой эмиссии парниковых газов и стока углерода. Диссертантом решается задача параметризации потоков CO_2 в агроландшафтах различных природных зон с акцентом на специфику земледелия как фактора антропогенного преобразования биогеоценозов. Важность темы связана с необходимостью получения для территории России региональных оценок почвенной эмиссии парниковых газов и динамики запасов органического вещества ($\text{C}_{\text{орг.}}$) в почвах сельскохозяйственного использования с учетом природно-климатических условий и тех изменений, которые произошли в аграрном секторе страны в последние два-три десятилетия.

Проблема изучения и параметризации различных звеньев углеродного цикла осложняется высокой пространственно-временной вариабельностью потоков углерода в системе атмосфера – растения – почва, когда имеет место влияние большого числа факторов природного и антропогенного характера. В этих условиях экспертные оценки, основанные на инструментальных методах измерения эмиссии CO_2 и запасов $\text{C}_{\text{орг.}}$ в почвах конкретных ландшафтов, не достаточны для получения научно-обоснованных прогнозов среднесрочной динамики масс-баланса углерода на уровне регионов и административных территорий.

Предмет исследования, объекты, цель и задачи диссертационной работы О.Э. Суховеевой соответствуют тематике исследований по специальности 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов. На примере нескольких зональных типов почв Европейской территории России (ЕТР) в работе анализируются количественные показатели,

соотношение и динамика потоков углерода, которые формируются в пахотных почвах при выращивании основных сельскохозяйственных культур и в зависимости от применяемых агротехнологий. Пространственные особенности масс-баланса углерода в агроландшафтах ЕТР рассматриваются в диссертации в нескольких временных аспектах: ретроспективный анализ для периода 1990-2017 гг. и прогнозные оценки в связи с возможным ростом концентраций CO₂ в атмосфере для периода 2017-2042 гг.

Анализ пространственно-временных закономерностей потоков и масс-баланса углерода выполнен автором с использованием методов математического имитационного моделирования. В условиях наблюдаемых климатических изменений его преимущества для прогноза динамики природных сред по сравнению со статистическим моделированием очевидны. В качестве инструмента диссертант использует хорошо известную по многочисленным зарубежным публикациям модель DNDC - процессно-ориентированную имитационную модель сопряженного масс-баланса углерода и азота в агроландшафтах. Модель DNDC входит в число наиболее широко используемых моделей своего класса, но для ландшафтов России есть лишь единичный опыт использования DNDC для оценки эмиссии CO₂ из верховых болот и закиси азота (N₂O) из почв под овощными культурами. Поэтому, помимо исследовательских задач, связанных с анализом результатов вычислительных экспериментов, в диссертации решалась методическая задача адаптации модели DNDC для моделирования спектра почвенных условий и набора сельскохозяйственных культур, типичных для ЕТР, что имеет практическое значение.

Несомненная научная новизна диссертации О.Э. Суховеевой связана с разработанными автором подходами к моделированию динамики эмиссии CO₂ из пахотных почв ЕТР, в которых, в том числе, учитываются региональные особенности выращивания сельскохозяйственных культур, структура их фитомассы, фракционный состав органического вещества почв и др. Также, следует отметить предложенный автором набор критериев (разнообразных статистических тестов) для оценки эффективности моделирования и достоверности результатов вычислительных экспериментов.

Текст диссертационной работы изложен на 209 страницах и состоит из введения, 4 глав, заключения, списка используемых сокращений и списка литературы, насчитывающего 484 ссылки, половина из которых – зарубежные

источники. Текст диссертации дополнен табличным (34 таблицы) и иллюстративным материалом (44 рисунка, включая 40 графиков и блок-схем и 4 карты-схемы).

В главе 1 представлен обзор литературы по теме «Биогеохимический цикл углерода в агроландшафтах» с акцентом на вопросы почвенной эмиссии парниковых газов, их роли в глобальном изменении климата и инвентаризации на национальном уровне. Также, Глава 1 включает раздел, посвященный глобальным биосферным моделям углерода и азота, в котором рассмотрены преимущества метода математического моделирования для анализа динамики сложных природных систем при изменении внешних условий и множественности воздействующих факторов. Обзор адекватно отражает отечественные и зарубежные исследования по данной теме.

Глава 2 «Материалы и методы исследований» включает в себя: описание структуры и основных принципов работы модели DNDC; характеристику территорий исследования (ключевых участков, экспериментальные данные по которым использованы для верификации модели, и Центрального Нечерноземья как территории, для которой выполнялись основные модельные оценки); методику сбора и подготовки данных для выполнения вычислительных экспериментов; разделы, посвященные описанию имитационных сценариев, методов статистического анализа данных и проверки эффективности моделирования, которые были использованы в диссертационной работе. Следует особо отметить значительный объем разноплановой информации и данных, которые были проанализированы автором и адаптированы для возможности их использования в модели DNDC. В частности, были обоснованы численные значения входных данных (почвенных, климатических, агрономических и др.), необходимых для выполнения вычислительных экспериментов.

В Главе 3 представлены результаты верификации модели DNDC по опубликованным данным полевых экспериментов для разных вариантов почв и севооборотов, а также результаты сравнительного анализа эффективности модели DNDC и регрессионных моделей при оценке потоков углерода в сельскохозяйственных почвах разных почвенно-климатических зон. Также, в главе анализируется и обсуждается влияние гидротермических и других показателей на динамику потоков CO₂.

Глава 4 посвящена анализу результатов вычислительных экспериментов по оценке потоков углерода в агрогеоценозах ЕТР, выполненных автором на основе адаптированной им версии модели DNDC с акцентом на сельскохозяйственные территории областей Центрального Нечерноземья.

Результаты диссертационной работы опубликованы, в том числе, 4 статьи – в профильных тематических журналах из списка ВАК, что подтверждает достоверность полученного научного материала, обоснованность результатов и выводов. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание, положения и выводы.

Общее положительное впечатление от диссертационной работы О.Э. Суховеевой не исключает некоторых критических замечаний, которые касаются постановочно-методической части работы и ее оформления.

1. Данные полевых измерений эмиссии CO_2 , использованные в работе для верификация модели DNDC, по почвенно-климатическим условиям участков измерений не в полной мере соответствуют тем вариантам почв Центрального Нечерноземья, которые были выбраны автором для модельного анализа. Согласно табл. 19 (стр. 94-95), экспериментальные данные получены для серых лесных почв Московской и Орловской областей и дерново-подзолистых почв Московской и Владимирской областей, тогда как вычислительные эксперименты в Главе 4 выполнены для двух вариантов дерново-подзолистых почв (преимущественно неглубокоподзолистых и преимущественно мало- и неглубокоподзолистых) Калужской, Костромской, Московской, Смоленской, Тверской и Ярославской областей (рис. 38, стр. 142).

2. При верификации модели по данным полевых измерений эмиссии CO_2 в Орловской и Владимирской областях автором были использованы метеорологические данные для Московской области (упоминание об этом есть на стр. 76), что, на наш взгляд, повышает неопределенность полученных модельных оценок. По видимому, в этом случае необходимо было бы выполнить дополнительно тестирование модели DNDC на ее чувствительность к изменению метеорологических показателей.

3. В табл. 29 (стр. 124) представлены результаты корректировки параметров почвы в модели DNDC. Серьезная корректировка сделана в отношении показателей легкорастворимой и труднорастворимой фракций гумуса, соотношение которых определяет интенсивность процессов

минерализации и долговременного депонирования $C_{орг}$ в почвах. По сравнению с оригинальной версией модели DNDC, сделанные для почв ЕТР корректировки предполагают 2-3-х кратное повешение доли легкорастворимой фракции гумуса и 1.5-2-х кратное снижении доли фракции труднорастворимого гумуса. По нашему мнению, внесенные изменения также требуют дополнительного тестирования чувствительности модели к данному параметру, что не нашло отражение в тексте диссертационной работы.

4. Аналогично, изменения были внесены в параметры модели, отражающие соотношение фракций фитомассы и C:N в них у разных сельскохозяйственных культур (табл. 30, стр. 125), учет которых важен с позиций перераспределения углерода растительных остатков между основной и побочной продукцией, а также пожнивными остатками и биомассой корней, оставляемых на пашне и пополняющих почвенный пул углерода. Соответственно, было бы полезно представить в работе анализ, как эти изменения повлияли на результаты моделирования в сравнении с исходной версией DNDC.

5. В Главе 1 приводятся данные о поступлении азота с атмосферными осадками в Московской области $3,0-4,5 \text{ кг N га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ со ссылкой на работу (Иванов, 1969). В структуре модели DNDC есть блок атмосферной поставки азота (рис. 9, стр. 55), но в тексте диссертации нет информации о том, какие значения использованы в работе для разных имитационных сценариев и территорий.

6. Частные замечания по оформлению текста диссертации.

Стр. 85, 1 абзац: «Моделирование проводилось для различных текстур почвы при отсутствии удобрений, при этом содержание $C_{орг}$ дискретно возрастало от 0 до максимально допустимого в модели ($0,5 \text{ кг C/га}$)». Судя по рис. 27 (стр. 131), должно быть $0,5 \text{ кг C/кг почвы}$.

Нет единообразия в написании единиц измерения (например: стр. 37 – $\text{т C-CO}_2 \text{ год}^{-1}$, там же т C/га , там же $\text{кг C га}^{-1} \text{ год}^{-1}$; стр. 38 мг C/кг).

Нет единообразия в последовательности цитирования литературных источников при их упоминании в тексте: где-то в алфавитном порядке (стр. 42: (Eliseev, Mokhov, 2007; Golubyatnikov et al., 1998; Krapivin, 1993; McGuire et al., 2001; Zavalishin, 2008), где-то в хронологическом (стр. 44: Sarmiento et al., 1993; Ryabchenko et al., 1998; Kishi et al., 2007).

Сделанные замечания ни в коей мере не снижают позитивной оценки диссертационной работы О.Э. Суховеевой.

По актуальности, объему и методическому уровню исследований, наличию оригинальных теоретических подходов, новизне представленного материала, его теоретической и практической значимости диссертация соответствует требованиям п. 9-11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор – Суховеева Ольга Эдуардовна – заслуживает присуждения искомой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.23 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Отзыв представлен

Официальный оппонент:



Припутина Ирина Владимировна

Кандидат географических наук (шифр специальности – 25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов),
доцент (по специальности «геоэкология»)

Ведущий научный сотрудник лаборатории моделирования экосистем

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук» (ФИЦ ПНЦБИ РАН)

Почтовый адрес: 142290, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская 2, корп. 2

Е-адрес: irina.priputina@gmail.com

Тел. 8 (4967) 31 81 64 (раб.)

Подпись Припутиной И.В. заверяю

Начальник ОК ФИЦ ПНЦБИ РАН Левченко / Г.Н. Левченко/

Дата 04.12.2018

