

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических
наук Хорошаева Дмитрия Александровича на тему «Влияние
экстремальных погодных явлений на потоки CO₂ из почв под луговой
растительностью и чистым паром в имитационном эксперименте» по
специальности 03.02.08 – Экология (биологические науки)

Диссертация Д.А. Хорошаева посвящена исследованию комплекса проблем, связанных с воздействием климата на потоки углерода в луговых экосистемах. **Актуальность работы** определяется усилением современных климатических изменений, что настоятельно требует наличия более надежной информации о вероятных изменениях баланса углерода в природных системах и механизмах, лежащих в основе этих изменений. Работа представляет собой детальное и целостное исследование, в основе которого лежит двухлетний эксперимент по манипулированию увлажнением снежным покровом с одновременной детальной регистрацией температур воздуха и почвы, влажности и углеродных потоков в исследуемой луговой экосистеме. Из этого краткого изложения вполне очевидна **новизна работы**: речь идет о выявлении количественных закономерностей воздействия климата на углеродные потоки в контролируемых условиях полевого эксперимента, что крайне редко встречается в отечественной научной практике. Очевидна и **практическая значимость работы**, определяемая выявлением формирования массива количественной информации, крайне важной для улучшения прогностических возможностей моделей углеродного обмена в наземных экосистемах..

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения и выводов, списка цитируемой литературы (345 источников, из них 447 на иностранных языках) и 8 приложений. Работа изложена на 215 страницах и включает 18 таблиц и 78 рисунков.

Первая глава представляет собой детальный обзор литературы, имеющей отношение к разным аспектам диссертационной работы. Вторая глава характеризует объекты и методы, в частности, постановку полевого эксперимента, подходы к измерению различных потоков углерода, статистические и модельные процедуры. Третья глава характеризует влияние увлажнения, снежного покрова и наличия растительности на гидротермические характеристики почвы. Эта глава крайне интересна, вскрывая на количественном уровне взаимосвязи исследуемой системы. Четвертая глава рассматривает влияние засух на углеродные потоки летнего периода, а пятая – снежного покрова на потоки зимнего периода. В 6 главе полученные данные интерпретируются в терминах усиления экстремальности климата.

Обоснованность и достоверность полученных в работе результатов и выводов подтверждается их публикацией в 27 работах, из которых 4 в рецензируемых изданиях, входящих в систему цитирования Web of Science, Scopus или RSCI, а также рекомендованных ВАК МГУ для публикации результатов кандидатских диссертаций. **Аннотация** диссертации полностью отражает ее содержание, положения и выводы.

Как и любое значимое научное исследование, диссертация Д.А. Хорошаева дает повод для постановки критических замечаний. Сначала изложим замечание, которое касается диссертации в целом. Оно касается базового допущения, что дыхание черного пара можно рассматривать в качестве оценки дыхания неризосферных микроорганизмов. Ограниченность этого допущения обсуждается в диссертации, где отмечается, что использование других методов приводит к более высоким оценкам вклада микробного в почвенное дыхание (60-70%). Вероятно, стоило бы провести дополнительный эксперимент по определению микробного дыхания альтернативным методом, чтобы проверить справедливость сделанного допущения для условий эксперимента.

Имеется значительное число конкретных замечаний, которые мы укажем по номерам страниц либо иллюстраций.

Стр. 14. Цитата «В отличие от лесов, где большая часть углерода аккумулируется в надземной биомассе, в луговых экосистемах основной пул углерода сосредоточен в подземной части». Хорошо известно, что в бореальных лесах основной пул углерода тоже сосредоточен в подземной части.

Стр. 17. Цитата «В процессе обмена С между наземной экосистемой и атмосферой около 80% GPP (gross primary production) возвращается обратно в атмосферу». Тогда получится, что 20% GPP является стоком углерода, что является крайне завышенной оценкой.

Стр. 29. Приведено уравнение $NEP = NPP - MSR$. Оно неполное, поскольку не учитывает вклад немикробных шетеротрофов (животных, макрогрибов), который бывает велик. Правильное уравнение выглядит $NEP = NPP - Rh$.

Стр. 49. Не указано число повторности измерений NEE в течение светового дня, не указана процедура расчета NEE за сутки по данным мгновенных измерений.

Стр. 51. При описании процедуры получения сезонных оценок отмечено, что для дыхания почвы производится линейная интерполяция, а для дыхания экосистемы расчет по экспоненциальной связи с температурой. Такой подход привел бы к возникновению систематических ошибок в оценках SR и ER при их сравнении. Однако изложение результатов показывает, что при получении сезонных величин ER применяется линейная интерполяция, а расчет по температуре – это подход, используемый при моделировании потоков ER и GPP. То есть описание методики сезонных расчетов неполное и вносящее путаницу.

Рис. 19. Варианты опыта на рисунке указаны РУ, ДЗ, КЗ, а должны быть ДУ, К, БС.

Стр. 84. При объяснении высокого разброса значений суммарного ER между тремя вариантами в 2014 г. высказывается предположение, что разброс мог быть обусловлен неоднородным составом фитоценозов внутри измерительных камер. Неужели нельзя было доказать это предположение путем оценки растительного покрова в камере, хотя бы на уровне проективного покрытия и высоты растений доминирующих видов?

Стр. 89. Почему так сильно сокращается дыхание почвы в варианте РУ от начала к концу летнего сезона 2015 г.? В 2016 г. ничего подобного не прослеживается.

С. 119. Данные рис. 44 и табл. 10 совершенно не согласуются между собой, хотя в тексте цитируются в одной ссылке. В чем причина различий? На рис. 44 по варианту КЗ отмечается чистый источник углерода. Но в тексте и выводах главе обсуждается лишь уменьшение стока углерода, но не конверсия знака баланса. То есть данные рис. 44 игнорируются в тексте.

С. 135. Обнаружено сильное повышение микробного дыхания в январе 2016 г. Объяснения этому не дано, а лишь отмечено, что «интенсивность MSR в целом не была связана ни с температурными условиями, ни с динамикой снежного покрова», что не согласуется с закономерностями, установленными в предшествующие годы.

Стр. 143. Согласно заголовку, речь в разделе должна идти о «суммарном дыхании почвы в ЗФЭ 2015/16 гг.», а на самом деле там обсуждается дыхание экосистемы.

Табл 14 и 15. Если сравнивать оценки ER и SR зимнего периода в вариантах ДУ и К, то получится, что ER выше примерно в 3 раза. И это дыхание относится к ветоши (отмершей надземной фитомассе) травостоя. Это сомнительный результат, который требует детального обсуждения. В диссертации приводится ссылка на работу Monson et al., 2006, где примерно такие же соотношения зимних ER и SR были найдены для вечнозеленого горного леса. Однако в лесу действительно имеется живая надземная биомасса, а в эксперименте соискателя ее нет.

Цитата со стр. 167: «Единственным поглотителем CO₂ остался луг в варианте «ЭПУ», в то время как из-за высокой эмиссии CO₂ в зимний период в вариантах «МПУ» и «ЭПУ» они перешли в разряд источников CO₂». Так ЭПУ это сток или источник?

Приведенные замечания не умаляют значимости и содержательности диссертационного исследования.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 03.02.08 – «экология» (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Хорошаев Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биологические науки).

Официальный оппонент: главный научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Центр по проблемам экологии и
продуктивности лесов Российской академии наук,
доктор биологических наук,

Д.Г. Замолотчиков

09.12.2021 г.

Контактные данные:

тел.: +7(499)7430026, e-mail: dzamolod@mail.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена
диссертация: 03.00.16-экология

Адрес места работы:

117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Профсоюзная, 84/32, стр. 14,
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии
наук.

Тел.: +7 (499) 743-00-16; e-mail: cepfras@cepl.rssi.ru