

УДК 631.4

## СООБРАЖЕНИЯ К ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕННОЙ А.В. СМАГИНЫМ

*Евдокимов И.В., Ларионова А.А.*

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино.*

ilyaevd@rambler.ru

**Цитирование:** Евдокимов И.В., Ларионова А.А. 2015. Соображения к дискуссии, предложенной А.В. Смагиным // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Т. 6. № 1 (11). С. 36-38.

1. Предлагаемый проф. А.В. Смагиным [2014] пункт 4 для правил ведения дискуссии совершенно невыполним по ряду очевидных причин. Во-первых, дискуссии не могут вестись «без эмоций», и это, к слову, *само по себе* не является антонимом «научного стиля». Во-вторых, правила дискуссии не должны содержать совершенно неформализуемых требований, как-то: «не должны допускаться критиканство, игнорирование здравого смысла и чужих доводов, упрямство, менторский тон, поучение коллег, воззвания, ставящие под сомнение их научную или педагогическую деятельность». Что означают «менторский тон» или «поучение коллег» – «указывать на их ошибки»? Что означает «упрямство» – «несогласие участника дискуссии с доводами оппонента»? Каковы объективные признаки наличия «критиканства»? При таком множестве весьма расплывчатых и не очень понятных ограничений будет практически невозможно организовать более или менее содержательную дискуссию.

2. Камерный метод определения эмиссии парниковых газов действительно имеет много недостатков, поэтому до настоящего времени не прекращаются попытки усовершенствовать его технически [Putranen et al., 2004] и описать транспорт газа различными моделями, как это сделал А.В. Смагин. Вероятно, для массовых определений эмиссии парниковых газов из почвы следует использовать линейный участок зависимости накопления газа внутри камеры от времени, а для расчетов по нелинейной модели необходимы дополнительные эксперименты, уточняющие траекторию движения газов в почве и подтверждающие значимость конвективного переноса и латеральной диффузии.

3. И.Н. Курганова и В.Н. Кудеяров, получившие оценку нетто-стока для территории России 1 Гт [Кудеяров и др., 2007] неоднократно заявляли, что данная величина получена путем расчета баланса углерода в условиях, когда каждая из статей баланса посчитана с ошибкой/неопределенностью в десятки процентов. Таким образом, при строгом статистическом подходе баланс в 1 Гт достоверно не отличается от нулевого значения. Следовательно, не исключено, что данная оценка завышена в силу гораздо более прозаических причин, чем описывается проф. А.В. Смагиным. Данный расчет можно считать экспертной оценкой, проведенной на основе инвентаризации продуктивности экосистем и эмиссии CO<sub>2</sub> из почв России. Оценки такого рода всегда страдают высоким уровнем неопределенности и, как правило, не учитывают межгодовую и пространственную неоднородность продуктивности экосистем и эмиссии CO<sub>2</sub> из почвы. Данные по стоку и эмиссии углерода не синхронизированы ни по годам исследований, ни по конкретным экосистемам. Например, в широко известных монографиях [Базилевич, 1993; Базилевич и Титлянова, 2008], которые часто используют как справочники чистой первичной продуктивности (ЧПП), не приводятся характеристики варьирования ЧПП, и не всегда понятно, на каком временном интервале рассчитаны средние данные. Годовой баланс углерода в одной и той же экосистеме может быть как положительным, так и отрицательным в зависимости от погодных условий [Ларионова и др., 2002]. Стабилизация углерода и азота в органическом веществе почвы является очень неэффективным процессом: коэффициент гумификации (доля закрепившегося углерода от поступившего в почву) составляет около 0,1 [Орлов и др., 1996]. Поэтому и трудно ответить на вопрос А.В. Смагина – «в какой форме могло бы происходить секвестрирование углерода при таких высоких темпах связывания в экосистемах»? – ввиду неизбежных несовпадений расчетных величин связывания углерода с реальным стоком этого элемента. При этом вполне очевидный сток углерода, который достоверно регистрируется как по расчетам баланса CO<sub>2</sub> в экосистеме, так и по содержанию C<sub>орг</sub> в почве, происходит в залежных землях, площадь которых в России превышает, даже по самым скромным оценкам, 30 млн. га. За 20 лет заброшенные пахотные земли действительно

превращаются не то что в луга, а даже и в молодые леса. При этом разброс в оценках самой площади заброшенных земель опять-таки колеблется в пределах нескольких миллионов гектаров, а расчетные скорости накопления органического вещества в разных публикациях могут различаться в 2-3 раза [Курганова и Кудяров, 2012; Панкова и Новикова, 2000].

4. Для сезонного и годового временных интервалов кумулятивная эмиссия парниковых газов приближается к их продуцированию. Если бы имел место существенный необратимый сток парниковых газов в процессе сорбции, или эмиссия превышала бы продуцирование в результате десорбции газов, в долговременной перспективе это отражалось бы на содержании углерода и азота в почве. На практике заметные изменения содержания С и N связаны с резкими изменениями продуктивности экосистем и поступления углерода в почву. Поэтому в каждый конкретный момент времени продуцирование и эмиссия могут различаться в несколько раз, но суммарные потоки за сезон или за год, скорее всего, неотличимы друг от друга. В то же время, следует согласиться, что неравенство продуцирования и эмиссии в момент определения потоков парниковых газов из почвы создает определенные трудности для экстраполяции моментальных значений на интервалы времени между измерениями потоков, и в конечном счете – для расчетов сезонной и годовой эмиссии парниковых газов. К сожалению, мы вынуждены рассчитывать баланс углерода в почвах по очень «неудобным» показателям: либо по очень динамичной эмиссии  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ , либо по очень консервативной величине содержания  $\text{C}_{\text{орг}}$ . Для определения современных трендов изменения баланса углерода и азота в почве необходимо идентифицировать изменения лабильного пула углерода. Динамику пула углерода со временем обновления 10-50 лет можно проследить в манипуляционных экспериментах с внесением различных доз растительных остатков в почву или в опытах, в которых происходит смена растительности с  $\text{C}_3$ - $\text{C}_4$  типом фотосинтеза [Моргун и др., 2008; Ларионова и др., 2015].

5. Предложение А.В. Смагина «...создание ... единой Программы по исследованиям газообмена почвы и атмосферы (газовой функции почв), без которой разрозненные, нередко противоречивые и не выдержанные в методическом отношении исследования отдельных специалистов и организаций никогда не смогут дать адекватной оценки роли почв в регуляции состава и состояния атмосферы и в глобальных изменениях климата» вполне логично и своевременно. Помимо формирования Программы, необходимо объединить в общую сеть экспериментальные площадки с хорошо изученным растительным и почвенным покровом, на которых можно было бы проводить сравнительный анализ ранее использованных и современных методов и подходов в исследовании потоков парниковых газов. Несмотря на основную проблему технического отставания отечественной приборной базы, которое, к сожалению, с каждым годом только усугубляется, концентрация исследований на нескольких стационарных площадках с продолжительной предысторией позволит существенно повысить качество экспериментального материала и верифицировать модели, описывающие механизмы поглощения, эмиссии, транспорта парниковых газов в почве, и процессы, контролирующие потоки углерода и азота в экосистеме.

## ЛИТЕРАТУРА

- Базилиевич Н.И. 1993. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука. 293 с.
- Базилиевич Н.И., Титлянова А.А. 2008. Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 381 с.
- Кудяров В.Н., Заварзин Г.А., Благодатский С.А., Борисов А.В., Воронин П.Ю., Демкин В.А., Демкина Т.С., Евдокимов И.В., Замолодчиков Д.Г., Карелин Д.В., Комаров А.С., Курганова И.Н., Ларионова А.А., Лопес де Гереню В.О., Уткин А.И., Чертов О.Г. 2007. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России. М.: Наука. 315 с.
- Курганова И., Кудяров В. 2012. Экосистемы России и глобальный бюджет углерода // Наука в России. №5. С. 25-32.
- Ларионова А.А., Золотарева Б.Н., Квиткина А.К., Евдокимов И.В., Быховец С.С., Стулин А.Ф., Кузяков Я.В., Кудяров В.Н. 2015. Оценка устойчивости почвенного органического вещества на основе различных видов фракционирования и изотопных методов  $^{13}\text{C}$  // Почвоведение. №2. С. 175-187.
- Ларионова А.А., Розанова Л.Н., Евдокимов И.В., Ермолаев А.М. 2002. Баланс углерода в естественных и антропогенных экосистемах на серых лесных почвах // Почвоведение. № 2. С. 177-185.
- Моргун Е.Г., Ковда И.В., Рысков Я.Г., Олейник С.А. 2008. Возможности и проблемы использования методов геохимии стабильных изотопов углерода в почвенных исследованиях // Почвоведение. №3. С. 299-310.
- Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. 1996. Органическое вещество в почвах России. М.: Наука. 254 с.
- Панкова Е.И., Новикова А.Ф. 2000. Деградационные почвенные процессы на сельскохозяйственных землях России // Почвоведение. №3. С. 366-379.
- Смагин А.В. 2014. Спорные вопросы количественной оценки газовых потоков между почвой и атмосферой (к дискуссии М.В. Глаголева и А.В. Наумова) // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Т. 5. № 2(10). С. 10-25.

Pumpanen J., Kolari P., Ilvesniemi H., Minkinen K., Vesala T., Niinistö S., Lohila A., Larmola T., Morero M., Pihlatie M., Janssens I., Curiel Yuste J., Grünzweig J.M., Reth S., Subke J.-A., Savage K., Kutsch W., Østreng G., Ziegler W., Anthoni P., Lindroth A., Hari P. 2004. Comparison of different chamber techniques for measuring soil CO<sub>2</sub> efflux // *Agricultural and Forest Meteorology*. V. 123. P. 159-176.

Поступила в редакцию: 05.05.2015