

Материалы докладов XV Коми республиканской молодежной научной конференции. Т. 2: XI молодежная научная конференция Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Актуальные проблемы биологии и экологии». Сыктывкар, 2004. С. 176-178.

## СРАВНЕНИЕ ДВУХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТОКА CO<sub>2</sub> С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ\*

А.В. Машика

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, [mashika@ib.komisc.ru](mailto:mashika@ib.komisc.ru)

При измерении эмиссионного потока CO<sub>2</sub> с поверхности почвы используются различные методические подходы. Согласно [10] более точные измерения эмиссии CO<sub>2</sub> могут производиться системой, не нарушающей сложение, дыхательную активность и градиент концентрации CO<sub>2</sub> в почве, а также давление и воздухообмен у ее поверхности. Наиболее часто при определении эмиссии CO<sub>2</sub> используют метод камер в различных модификациях, основанный на изоляции участка поверхности почвы и регистрации изменения концентрации газа в камере [2,10]. Применяются также методы расчета эмиссии CO<sub>2</sub>, основанные на определении вертикального градиента концентрации CO<sub>2</sub> в почвенном воздухе и коэффициента диффузии газа в почве [5,9]. В последнее время получают широкое распространение микрометеорологические методы определения газовых потоков, основанные в одном варианте на сопряженном определении микровихревых пульсаций воздушных потоков и отклонений концентрации CO<sub>2</sub>, в другом – на измерении градиента концентрации CO<sub>2</sub> и коэффициента турбулентности в пространстве ценоза. Метод турбулентной ковариации признается наиболее перспективным в исследованиях газовых потоков на экосистемном уровне [7].

Исследования проводили в течение вегетационных периодов 2002 и 2003 гг. в спелом хвойно-лиственном насаждении (4ЕЗС2Ос1Б), расположенном на территории Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ (62°25' с.ш. и 52°20' в.д.), средняя подзона тайги. Почва, развивающаяся под данным фитоценозом, а генетически это ельник черничный, относится к типичной подзолистой на суглинистых почвообразующих породах [1].

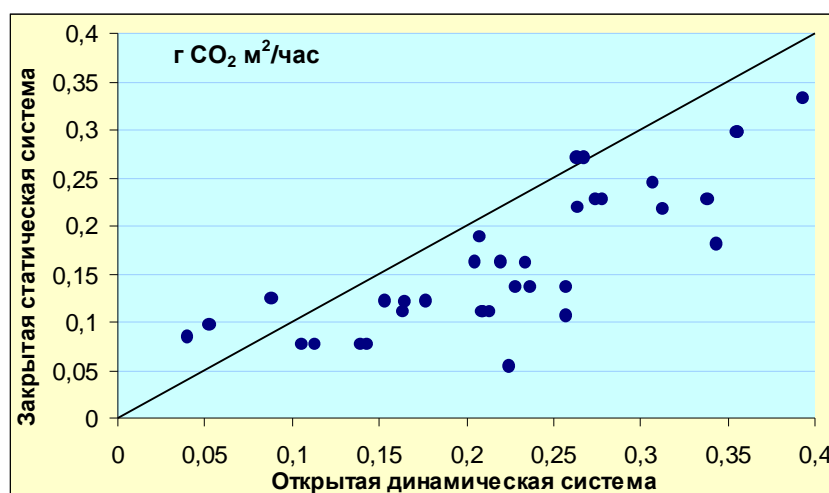
Сравнивались две разновидности камерного метода: закрытая статическая и открытая динамическая (принудительной продувки). В качестве изоляторов применялись камеры из плексигласа, размерами 20×20×5 см, которые устанавливались на неподвижное основание, представленное металлической рамкой с желобом, заглубленной на 10 см. Желоб заполнялся водой, образуя гидрозатвор, препятствующий контакту внешнего воздуха с воздухом измерительной камеры [8]. Таким образом были получены фиксированные

микроучастки, площадью 0.04 м<sup>2</sup>, где и производились измерения эмиссии CO<sub>2</sub>. Количество точек измерения было равным пяти. Для изолирования влияния на величину почвенного дыхания активно участвующих в газообмене зеленых растений предварительно срезали ассимилирующую часть напочвенного покрова [3]. Продолжительность измерений составляла от 3 до 5 суток с периодичностью 1-3 раза в месяц.

Концентрацию CO<sub>2</sub> в камерно-статической методике измеряли с помощью отечественного портативного газоанализатора ПГА-6, в случае использования проточной системы применялась более сложная измерительная система с несколькими функциональными блоками и инфракрасным газоанализатором Infracalit-4 (Германия), подключенном по абсолютной схеме определения концентрации CO<sub>2</sub>. Газоанализаторы калибровали каждый измерительный срок с помощью ПГС в баллонах (CO<sub>2</sub> в азоте) с известной концентрацией.

Интенсивность эмиссии CO<sub>2</sub> из почвы рассчитывалась согласно руководству [5]. Перевод концентрации газов из объемных процентов в весовые единицы (г·м<sup>-3</sup>) производился по формуле [6].

Камеры устанавливались поочередно в одни и те же рамки, и согласно обоим методам определялось количество CO<sub>2</sub>, выделяемое с единицы поверхности за определенное время. Измерения производились в разные сроки, как при низкой, так и при высокой интенсивности почвенного дыхания (n=32). На рис. представлено графическое сравнение двух методов.



**Рис.** Сравнительный график двух методов измерения эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности почвы.

Рисунок наглядно иллюстрирует превалирование значений, полученных по проточной схеме. При аппроксимации полученных значений линейной функцией оказалось, что среднее отношение значений, полученной в статической методике к проточной составляет около 0.7. Вариабельность величин отношений достигала 46%. В 15% от общего

количества проведенных измерений, в частности при низкой и средней интенсивности эмиссии  $\text{CO}_2$ , наблюдались сходные и даже превосходящие в 1.5-2 раза значения, полученные по камерно-статической методике.

В целом же можно утверждать о систематическом занижении значений величины эмиссии  $\text{CO}_2$ , фиксируемых по камерно-статическому методу в сравнении с проточным. Вероятно, это связано с замедлением диффузии  $\text{CO}_2$  в пространство камеры при нарастании в ней концентрации выделяемого газа за срок экспозиции, хотя используемый при проведении измерений срок накопления  $\text{CO}_2$  был согласован с литературными данными [4] и составлял 10-30 мин. в зависимости от интенсивности почвенного дыхания.

Близкие к полученным нами результатам по измерению эмиссии  $\text{CO}_2$  разными методами имеются и в специальных методических работах. Так, в одной из последних [10] указывается на систематическое занижение фактической величины эмиссии  $\text{CO}_2$  на 25-50%, при использовании камерно-статического метода. В работе Смагина А.В. [5] в этом случае предлагается введение поправки на диффузионный поток, выносящий часть газа из камеры. Желательно также использовать небольшой вентилятор для перемешивания камерного воздуха перед забором воздушной пробы, как это предусмотрено в камерно-статической системе П. Крилла [8].

К выявленным недостаткам открытой динамической системы относятся периодически возникающие отклонения давления в камере от нормального из-за разности объемных скоростей входящего и выходящего потоков, соответственно влияющей на изменение концентрации  $\text{CO}_2$ . Эту проблему мы минимизировали путем контрольных измерений скоростей потоков портативным ротаметром, с их последующей корректировкой.

В заключение следует отметить то, что проточная система с высокочувствительным Инфралитом-4, несмотря на сложность ее обслуживания, позволяет переводить измерения почвенного дыхания в автоматический режим с нескольких точек, но требует стационарного помещения и источник электропитания. Использование камерно-статического метода измерений с прибором ПГА-6 выгодно отличается прежде всего портативностью и простотой проведения измерительного цикла. С учетом поправок он может применяться при оценке интенсивности дыхания почвы и вариабельности процесса выделения  $\text{CO}_2$  в ценозе.

В целях выявления существующих систематических погрешностей методов измерения почвенного дыхания, работа в будущем сезоне будет продолжена. При наблюдениях планируется использовать измерительную систему LI-6400 с закрытой динамической почвенной камерой LI-6400-09 (LI-COR, Nb, [www.licor.com](http://www.licor.com)), являющейся в последнее время эталонной.

## Литература

1. *Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера* / Отв. ред. К.С. Бобкова, Э.П. Галенко. СПб: Наука, 2001. 278 с.
2. *Дыхание почвы*. Пушино, 1993. 144 с.
3. *Макаров Б.Н.* Методы изучения газового режима почв // Методы стационарного изучения почв. М.: Наука, 1977. С.55-87.
4. *Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв*. – М.: МГУ, 2001. – 200 с.
5. *Смагин А.В.* Газовая фаза почв. М.: МГУ, 1999. 200 с. .
6. *Справочник химика*. Том IV. М.-Л.: Химия , 1965. 920 с.
7. *Baldocchi D.D.* Assessing ecosystem carbon balance: problems and prospects of the eddy covariance technique // *Ann. Rev. Ecol. and Syst.*, 2001. V. 33; Vers. dec. 27. 33 p.
8. *Crill P.M.* Seasonal pattern cycles of methane uptake and carbon dioxide release by a temperature woodland soil // *Global Biogeochem.*, 1991. V.5, p. 319-334.
9. *De Jong E. and Shappert H.J.V.* Calculation of soil respiration and activity from CO<sub>2</sub> profiles in the soil // *Soil Science*, 1972. 119: 328-333.
10. *Norman J.M., Kucharik C.J., Gower S.T., Baldocchi D.D., Crill P.M., Rayment M., Savage K. and Striegl R.G.* A comparison of six methods for measuring soil-surface carbon dioxide fluxes // *J. Geophys. Res.*, 1997. V. 102, № D24, P. 28,771-28,777.

\*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 02-04-48162).