

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
Высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт экологии и географии  
Кафедра экологии и природопользования

АННОТАЦИЯ

научно-квалификационной работа

на тему:

«Сезонная динамика эмиссионных потоков CO<sub>2</sub> с поверхности почвы в  
сосняках среднетаежной подзоны Центральной Сибири»

Направление подготовки:	06.06.01 Биологические науки
Направленность (профиль)/специализация	03.02.08 Экология

Аспирант



Махныкина А.В.

Научный руководитель



д.б.н., акад. Ваганов Е.А.

Красноярск 2018

**Актуальность темы.** Бореальные леса покрывают около 11% земной поверхности суши, являясь крупнейшим наземным биомом. Эти леса играют значительную роль в глобальном углеродном цикле и особенно чувствительны к будущему потеплению климата (Lindroth et al., 1998). Почвы бореальной области содержат огромные запасы углерода, накопившиеся за сотни лет. Таким образом, способ реагирования почв бореальной зоны на текущие изменения климата (IPCC, 2001) существенно отразится на устойчивости лесных экосистем и будущей концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере.

Углерод (С) почв является одним из основных компонентов глобального углеродного баланса, на который приходится около 25% от общего пула глобального обмена  $\text{CO}_2$  (Buchmann, 2000; Schlesinger et al., 2000).

Одним из ключевых вопросов, которые необходимо решить, является будущая динамика большого количества С, которое в настоящее время хранится в толще почв. Поток почвенного С очень чувствителен к изменениям температуры поверхности, и относительно небольшие изменения температуры могут существенно влиять на величину потока  $\text{CO}_2$  из почвы. Потенциальное увеличение почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$ , вызванное повышением температуры, может усилить темпы увеличения концентрации атмосферного  $\text{CO}_2$  и глобальные изменения (Fang, Moncrieff, 2001).

Измерения потоков  $\text{CO}_2$  в Европе показывают, что бореальные леса являются более слабыми хранилищами для атмосферного  $\text{CO}_2$  на единицу площади, чем леса более южных регионов (Valentini et al., 2000), главным образом в результате высоких темпов дыхания почвы по отношению к фотосинтетической активности (Janssens et al., 2001).

При глобальном потеплении будет наблюдаться увеличение скорости почвенного дыхания, которое, вероятно, будет способствовать постепенному снижению скорости связывания углерода (Raich and Schlesinger, 1992;

Davidson et al., 2000). Несмотря на очевидное значение для процессов углеродного цикла, дыхание почвы оказалось чрезвычайно сложным для точной количественной оценки. Как и во многих других почвенных процессах, почвенное дыхание демонстрирует высокие уровни пространственной гетерогенности, особенно в небольших пространственных масштабах, и может сильно варьироваться в суточных, сезонных и межгодовых временных масштабах (Law et al., 1999; Buchmann, 2000; Xu and Qi, 2001).

В сезонном масштабе потоки  $\text{CO}_2$  из почвы коррелируют с изменениями температуры почвы, когда количество осадков не является лимитирующим фактором (Yuste et al., 2003). Сильное ингибирование скорости потоков наблюдалось при низком содержании воды в почве (Borken et al., 1999; Irvine and Law, 2002), которая в основном объясняется уменьшением разложения вследствие микробной активности. Однако, как отражается повышенное содержание воды в почве остается предметом дебатов. Зависимость потока  $\text{CO}_2$  от влажности зачастую будет носить специфический характер, который зависит от географического расположения территории. Кроме того, сезонная зависимость почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$  от содержания воды в почве до сих пор плохо изучена, поскольку изменения температуры почвы и содержания воды часто коррелируют между собой, и независимое влияние каждой переменной трудно обнаружить или интерпретировать (Davidson et al., 1998).

Крупномасштабные модели обычно используют температуру почвы (Buchmann, 2000), влажность почвы (Davidson et al., 2000), а также их взаимодействие (Lee et al., 2002) для оценки значений почвенного дыхания. Однако они недостаточны для объяснения пространственных изменений дыхания почвы в пределах участка и между участками (Xu и Qi, 2001). Пространственное масштабирование дыхания почвы от полевых измерений

до уровней экосистем будет необъективно без изучения его пространственных изменений (Tang and Baldocchi, 2005).

**Цель диссертационной работы** – установить реакцию почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$  на условия увлажнения для участков с разными типами растительного покрова в среднетаежной подзоне Центральной Сибири.

**Задачи исследования:**

1. охарактеризовать пространственно-временные изменения почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$  в экосистемах среднетаежных лесов Центральной Сибири;
2. изучить влияние гидротермических условий на формирование потока  $\text{CO}_2$ ;
3. модифицировать экспоненциальную модель сезонной динамики почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$ .

**Научная новизна.** Впервые подобран долговременный ряд по сезонной динамике – 5 сезонов измерений для участков с разными типами напочвенного покрова в пределах одной растительной подзоны. Получена характеристика влияния микроклиматических условий территории на величину почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$  в течение вегетационного сезона. Модифицирована экспоненциальная модель почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$ , с учетом специфических особенностей вегетационного сезона и типа напочвенного покрова.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Основным значимым вкладом научной работы в теоретическую базу существующих оценок по почвенной эмиссии углерода является актуализированные оценки и использование международных методов оценки, что позволит в создании единого банка данных и сопоставимом сравнении полученных результатов. Вкладом работы в моделирование потока  $\text{CO}_2$  с поверхности почв является – концентрация на особенностях вегетационного сезона с обязательным включением влажности. Практическая значимость работы обусловлена

оценкой взаимозависимостей между развитием территории почвенной эмиссией CO<sub>2</sub>.

**Методы исследования.** Измерения почвенного дыхания проводились в течение вегетационного сезона в период с июня по сентябрь включительно в течение пяти сезонов: 2012, 2013, 2015, 2016 и 2017 (со второй половины сезона) гг. на четырех пробных площадках, соответствующих разным типам напочвенного покрова: сосняк лишайниковый, сосняк зеленомошный, смешанный лес, и на нарушенном участке, восстановившемся после антропогенного вмешательства, представленном голой песчаной почвой без напочвенного покрова.

Измерения величины потока почвенного дыхания проводились с помощью автоматизированной системы по измерению потоков CO<sub>2</sub> с поверхности почвы на основе инфракрасного газового анализатора LI-8100A (Li-cor Biogeosciences Inc., США). Частота измерений была определена экспериментальным путем через установление зависимостей между величиной ошибки и средним месячным значением эмиссии CO<sub>2</sub> (Махныкина и др., 2016). Установлено, что при измерениях с частотой 5 и более раз в месяц для всех типов участков зафиксировано постоянное низкое значение ошибки и вариации значений эмиссии.

Измерения температуры почв осуществлялось на трех глубинах – 5, 10 и 15 см от поверхности почвы. Данная глубина характеризуется максимальными запасами органического вещества и высокой биологической активностью. Измерения температуры почвы проводились с помощью почвенного температурного датчика Soil Temperature Probe Type E (Omega, США). Влажность почв измерялась на глубине 5 см от поверхности почвы, используя влагомер Theta Probe Model ML2 (Delta T Devices Ltd., Великобритания). Влагомер необходимо было установить на поверхность почвы, без напочвенного покрова, поэтому в месте проведения измерений напочвенный покров был полностью элиминирован.

Влияние напочвенного покрова и корневой системы растений мы проследили на примере сосняка лишайникового: с напочвенным покровом, без напочвенного покрова и нарушенного участка, представленного голой песчаной почвой без корней и напочвенного покрова.

Экспериментальные работы по внесению дифференцированного количества осадков проводились в течение вегетационного сезона (июнь-сентябрь) в 2015 и 2016 годах. Были выбраны 4 уровня по количеству осадков – 0%, 25%, 50% и 100% (естественные условия увлажнения) от выпавшего количества осадков. Внесение дифференцированного количества осадков осуществлялось после каждого дождя.

**Апробация работы.** Результаты и выводы основных частей работы были представлены на всероссийских и международных конференциях, среди которых можно отметить: Japan Geoscience Union Meeting 2016, Международную конференцию «BIOGEOMON», European Geoscience Union Meeting 2016, 2017, IV Всероссийскую конференции молодых ученых «Биоразнообразие: глобальные и региональные процессы» (Улан-Удэ, 2016), Всероссийскую научную конференцию «Научные основы устойчивого управления лесами» (Москва, 2014), III Всероссийской молодежной конференции «Перспективы развития и проблемы современной ботаники» (Новосибирск, 2014), Международной научно-практической конференции «Наука — инновационному развитию лесного хозяйства» (Гомель, 2015), X Международном симпозиуме «Баланс углерода, воды и энергии и климат бореальных и арктических регионов с особым акцентом на Восточную Евразию» (Якутск, 2016), International conference “Climate Change constrains and opportunities in the Asian Pacific Region: Human-Biosphere-Atmosphere Interactions and Green Growth“ (Владивосток, 2017).

**Публикации.** Основные положения научной работы были опубликованы в материалах и сборниках всероссийских и международных

конференций, а также 3 статей в изданиях из перечня ВАК. Опубликовано 2 статьи в журналах из перечня Scopus.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, шести глав и выводов. Текст работы изложен на 135 страницах, содержит 35 рисунков и 8 таблиц. Список использованной литературы содержит 95 источников, 44 из которых на английском языке.