

## ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. БИОТЕХНОЛОГИИ

УДК 630×114.6

### ЭМИССИЯ УГЛЕРОДА С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ НА ЮГЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

*А. В. Иванов, А. А. Момот*

Приморская государственная сельскохозяйственная академия,  
Российская Федерация, 692510, Приморский край, г. Уссурийск, п-т Блюхера, 44  
E-mail: aleksandr86@mail.ru

*Представлены результаты инструментального определения дыхания почв пойменных лесов южного Сихотэ-Алиня. В типичной для региона ясенево-ильмовой лесной формации камерным методом определены потоки углерода с поверхности почв, показана сезонная динамика дыхания за сезон 2015 года. Средняя величина интенсивности дыхания за летний период составила 5,22 С/(м<sup>2</sup>×сут). Различия в значениях эмиссии углерода между участками, вероятно, объясняются разными породным составом насаждений, гранулометрическим составом почв и уровнем грунтовых вод. Выявлена сильная множественная корреляция дыхания с температурой и влажностью почв ( $r^2 = 0,787$ ).*

**Ключевые слова:** углерод; дыхание почв; пойменный лес; баланс углерода.

**Введение.** Изучение бюджета углерода лесов продолжает оставаться актуальным направлением исследований экологов. Для сдерживания дальнейшего роста среднегодовой температуры воздуха в мире необходимо сокращение эмиссий парниковых газов, усиление их стоков и сохранение резервуаров. Одним из основных парниковых газов является двуокись углерода (СО<sub>2</sub>). Баланс углерода в современных условиях является важным интегральным показателем устойчивости лесосоуправления [1–3].

Велика доля участия бореальных лесов в глобальном круговороте углерода. Они являются резервуаром, содержащим в фитомассе и верхнем слое почвы более 20 % глобального запаса углерода суши [4, 5].

Суммарный сток углерода в наземные экосистемы Земли за период 2000–2010 гг. составляет по разным оценкам 2,1–2,5 Гт С/год, из которых около 0,24 Гт С/год приходится на управляемые леса Российской Федерации [4, 6]. Одна из последних оценок углеродного стока во все лесные экосистемы России составляет 0,55 Гт С/год [7]. Обе оценки не являются точными, поскольку содержат результаты применения моделей, использующих не достаточно информативные базы данных. В частности, крайне мало полевых измерений величин пулов и потоков углерода в Дальневосточном федеральном округе. Сток углерода в леса Дальнего Востока России не велик (0,04 Гт С/год), однако отмечено глобальное значение лесов этого региона для сохранения криолитозоны [8].

© Иванов А. В., Момот А. А., 2016.

**Ссылка на статью:** Иванов А. В., Момот А. А. Эмиссия углерода с поверхности почв пойменных лесов на юге Приморского края // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 1 (29). С. 69-78.

Лесное насаждение становится стоком углерода в том случае, если общая чистая брутто-продуктивность превышает суммарное дыхание листьев, корней и стеблей [9, 10]. Однако в настоящее время отсутствуют инструментальные методы, позволяющие учесть отдельно корневую и микробную составляющие потока углерода с поверхности лесной почвы. Известно лишь, что на долю микроорганизмов приходится большая часть выделяемого почвой углерода. Для серой лесной и дерново-подзолистой почв в условиях Приокско-Тerrasного заповедника в зависимости от использованных методов и типов почвы доля корневого дыхания составила 7–56 % [11]. По мнению некоторых авторов, существует корреляционная связь почвенного дыхания с годичной чистой нетто-продукцией фотосинтеза [2, 8, 12–14]. С. М. Синькевич с соавторами для сосняков Карелии определил, что в средневозрастных насаждениях эмиссия  $\text{CO}_2$  с поверхности почв составляет 35 – 40 % от нетто-продуктивности, а в приспевающих – 80 % [2].

Эмиссия  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы, часто называемая дыханием почвы, составляет один из основных потоков углерода наземных экосистем [5, 12, 15, 16]. Дыхание почвы контролируется тремя основными факторами: типом почвы, особенностями растительного покрова и гидротермическим режимом почвы, а также мощностью лесной подстилки, близостью сухостоя и валежа, коэффициентом усиления дыхания почвы [15, 17, 18]. По оценкам зарубежных исследователей, величина годичного дыхания почв колеблется от  $322 \text{ г С/м}^2$  (бореальные леса) до  $1260 \text{ г С/м}^2$  (дождевые тропические леса) [19]. Изучение сезонной динамики дыхания лесных почв в конкретном регионе имеет важное значение в связи с необходимостью оценки годичных потоков. В работах И. Н. Кургановой [20] показано, что среднегодовая температура воздуха выступает хорошим детерминантом зависимости между летним

и годовым потоками углерода из почв. Большая часть исследований почвенного дыхания лесов России выполнена в европейской части [6]. Известны единичные работы в зоне хвойно-широколиственных лесов дальневосточного региона [21, 22, 23]. Лесные экосистемы южной части Дальнего Востока характеризуются весьма высоким уровнем биологического разнообразия, естественной мозаичностью растительного покрова и типов лесорастительных условий. В исследования компонентов углеродного цикла, начатые в 2012 году сотрудниками Приморской государственной сельскохозяйственной академии (ПГСХА), включено инструментальное определение дыхания почв в разных лесных формациях южной части Приморского края. В настоящей работе представлены результаты измерений почвенного дыхания в пойменных лесах.

**Целью** работы было определение особенностей эмиссии углерода с поверхности почв в пойменных лесах, в зависимости от свойств почвы и возраста насаждения. Объект исследования – леса, произрастающие в пойме р. Барсуковки на лесном участке ПГСХА в 2,5 км к востоку от с. Каймановка (Баневуровское участковое лесничество Уссурийского филиала КГКУ «Приморское лесничество»). Насаждения речных пойм здесь обычно сформированы такими породами, как ясень маньчжурский (*Fraxinus mandshurica* Rupr.), ильм японский (*Ulmus japonica* (Rehder), Sarg.), орех маньчжурский (*Juglans mandshurica* Maxim.), тополь Максимовича (*Populus maximowiczii* A. Henry) и входят в группу сырых типов леса. Почвы по свойствам относятся к аллювиальным слоистым типичным [24].

**Методика.** Измерения проводили в насаждениях (не далее чем 100 м от реки), отличающихся по возрасту. Было подобрано четыре участка; средний возраст главной породы по результатам подсчёта годичных колец на кервах модельных деревьев составил 50, 60, 90 и 110 лет. На

каждом участке закладывалась временная пробная площадь 50×50 м, на которой производился сплошной перебор деревьев и были определены основные таксационные показатели насаждения.

Измерения почвенной эмиссии углекислого газа проводили по закрытой схеме в непрозрачных пластиковых камерах, состоящих из вкопанных на глубину 3–10 см цилиндрических оснований диаметром 11 см и высотой 25 см и перемещаемой верхней крышки. С помощью воздуховодных шлангов камеры при измерении соединялись с газоанализатором. Измерения проводили в ручном режиме. При установке оснований подстилку не удаляли. Герметичность соединения крышки и основания обеспечивалась резиновыми прокладками. Потоки измеряли с помощью анализатора, смонтированного на биологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова на базе инфракрасного сенсора AZ 7752 (AZ Instrument Corp., Тайвань) и помпы E 134–11–120 (Hargraves Technologies Corp., США). Общее время экспозиции на каждом из оснований составляло 3 минуты. Во время замера вблизи каждой камеры определяли температуру воздуха и почвы на глубине 10 см при помощи портативного электронного термометра со встроенным зондом из нержавеющей стали Checktemp-1 (точность 0,1 °С; Hanna Instruments, Германия) [25, 26]. Объёмная влажность почвы определялась весовым методом: в почву врезался пластиковый цилиндр известного объёма;

измеряли массу образца во влажном и абсолютно сухом состояниях. Объёмную влажность получали как отношение массы свободной воды в навеске к объёму навески. Измерения проводились с апреля по август 2015 года с интервалом один раз в 7–14 дней. На каждом участке делалась почвенная прикопка на глубину 1–1,2 м.

**Результаты.** Характеристики исследуемых участков леса, полученные в ходе таксации временных пробных площадей, представлены в таблице. Все насаждения характеризуются типичным для аллювиальных почв и составом древесных пород.

Различия в породном составе объясняются, вероятно, влажностью и богатством почвы, а также различными стадиями лесообразовательного процесса. Первый и второй участки – ещё не сформировавшиеся насаждения, в которых идёт интенсивный прирост фитомассы и дифференциация деревьев. Наибольший запас стволовой древесины (383 м<sup>3</sup>/га) накоплен в старовозрастном тополёвом насаждении (средний диаметр тополя здесь составляет 57 см). Густота на участках отличается незначительно. В спелых насаждениях относительно высокие значения густоты стояния деревьев обеспечиваются наличием большого числа деревьев в ступенях толщины 8 и 12 см (клён, трескун). Сезонная динамика дыхания почв в исследуемых насаждениях показана на рис. 1 за период с 3 мая по 6 августа 2015 года. Указанный интервал времени охватывает восходящую часть тренда сезонной динамики.

Основные таксационные показатели исследуемых насаждений

Показатели	50 лет	60 лет	90 лет	110 лет
Запас, м <sup>3</sup> /га	189,7	169,3	223,2	383,8
Абсолютная полнота, м <sup>2</sup> /га	22,0	19,4	23,7	41,6
Густота, шт./га	596	588	486	542
Состав насаждения	4Ор3Я2Ия1Бх+К,П, Кл,Маа,Тр,Лип,Яб	6Ор1Ия1Клз1Лип1Тр+Бх,Маа	5Я1К1Ия1ББ1Лип1Клз+Д,Ол,Бх,Ор,Маа,Тр	6Т1Ор1Ия1Кл1Лип+К,Ол,Бх,Яб

**Обозначения:** Ор – орех маньчжурский, Я – ясень маньчжурский, Ия – ильм японский, Бх – бархат амурский, К – кедр корейский, П – пихта цельнолистная, Кл – клён (мелколистный/маньчжурский), Клз – клён ложнозибольдов, Маа – маакия амурская, Тр – трескун амурский, Лип – липа амурская, Яб – яблоня ягодная, ББ – берёза белая, Т – тополь Максимовича

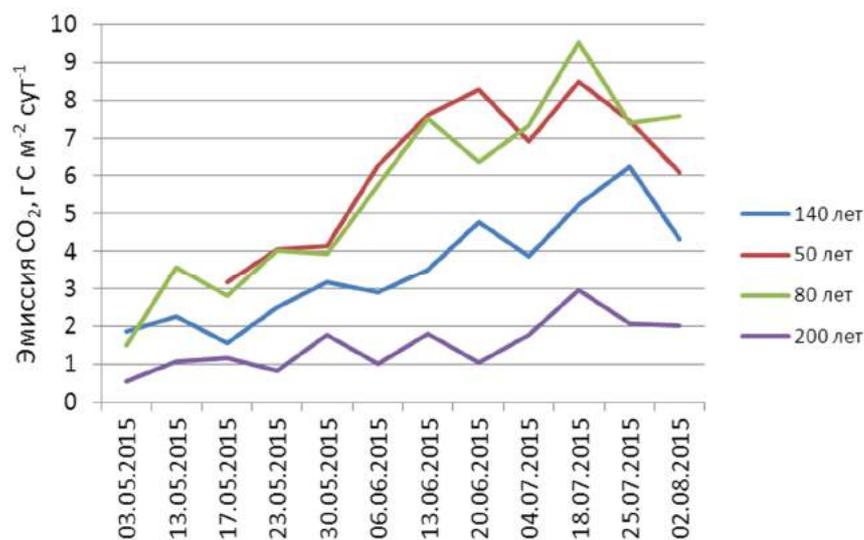


Рис. 1. Сезонная динамика дыхания почв в пойменных лесах

В 2015 году в Приморском крае была относительно холодная весна. Тёплая погода, установившаяся в первых числах июня, имела отклик в дыхании почв в 50- и 80-летних насаждениях в виде резкого увеличения интенсивности потока  $\text{CO}_2$  с 4 до 8 г С/(м<sup>2</sup>×сут). В 80- и 200-летних насаждениях увеличение дыхания смещено на более поздние сроки. В насаждении с преобладанием ясеня (90 лет) это связано с густым подлеском и высоким уровнем грунтовых вод, препятствующих быстрому прогреванию почвы; в тополёвом лесу дыхание почвы оставалось на уровне 1–1,5 г С/(м<sup>2</sup>×сут)

до конца июня в связи с наличием густого почти сплошного напочвенного покрова, более чем на 95 % состоящего из хвоща зимующего, который препятствует теплообмену между почвой и атмосферой.

Попарные сравнения среднесезонных величин эмиссии на четырёх участках с применением критерия Стьюдента показали значимость отличий для пар 50–90, 50–110, 60–90, 60–110, 90–110 лет при уровне значимости  $p=0,05$ . На рис. 2 представлены средние за период измерений значения почвенного дыхания в выбранных лесных насаждениях.

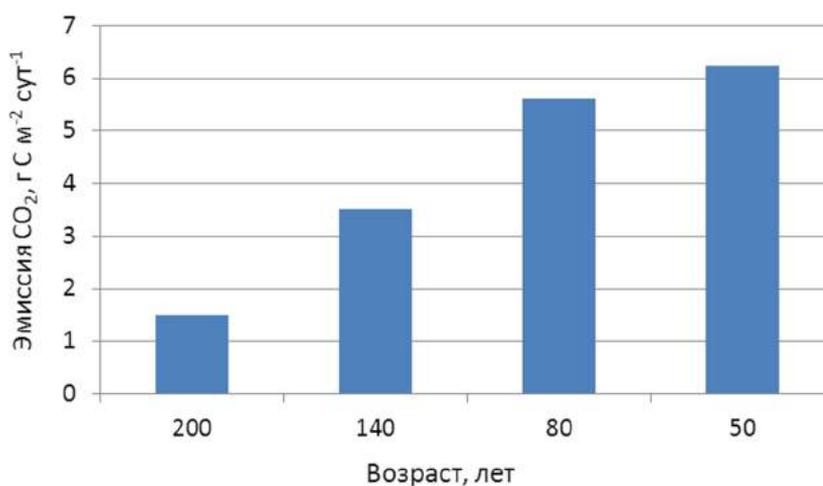


Рис. 2. Средние значения дыхания почв в пойменных лесах за период измерений

Средняя по сайто-дням интенсивность дыхания почв принимала значения из интервала 1,49 – 9,52 г С/(м<sup>2</sup>×сут). При этом минимальные значения отмечены в 110-летнем насаждении, а максимальные в 50-летнем. Среднее летнее дыхание пойменных лесов – 5,22 г С/(м<sup>2</sup>×сут). Для дубовых лесов лесного участка ПГСХА среднее за лето значение интенсивности дыхания почв составило 7,30 г С/(м<sup>2</sup>×сут), а для кедровых лесов – 6,99 г С/(м<sup>2</sup>×сут) [17, 18]. Таким образом, из трёх представленных лесных формаций пойменные леса характеризуются наименьшей интенсивностью дыхания почв, что, по-видимому, связано с высокой влажностью и высоким уровнем грунтовых вод, лимитирующими дыхание. Реальный тренд возрастной динамики дыхания почв в пойменных лесах оказался полностью обратным предполагаемому. При планировании эксперимента исходили из того, что изменчивость растительного покрова (возраст пойменного леса) является существенным фактором, определяющим величину эмиссии СО<sub>2</sub> с поверхности почвы: с увеличением возраста насаждения возрастает первичная продукция фотосинтеза насаждения, увеличивается доля органических соединений в почве, возрастает запас и мощность лесной подстилки, поэтому резонно ожидать и увеличения интенсивности как корневого, так и микробного дыхания почвы, как это оказалось в опыте, выполненном в кедровых лесах [18]. Очевидно, вклад неучтённых факторов в детерминацию дыхания значительно

выше, чем фактора состояния растительного покрова. На рис. 3 показана динамика влажности почв на исследуемых участках за период выполнения работы.

Взаимное расположение графиков на рис. 1 и 3 не одинаково – отсутствует связь между интенсивностью дыхания почвы и влажностью почвы в течение сезона. Наблюдается постоянное уменьшение влажности почв – в мае высокие значения влажности связаны с влагой, сохраняющейся после таяния снега.

Для сравнения особенностей строения почв на каждом участке сделана почвенная прикопка на глубину 1–1,2 м. Было обнаружено, что в гранулометрическом составе почв в 200-летнем насаждении, в отличие от трёх остальных, содержатся крупные каменные частицы размером до 15 см, распространённые по всему почвенному профилю. Их объёмная доля составляет не менее 20 %. Эти включения (камни) приводят к снижению эмиссии диоксида углерода с поверхности почвы, уменьшая дышащий объём почвы, а также препятствуя диффузии молекул СО<sub>2</sub>. Грунтовые воды на участках 50, 80 и 200 лет находятся на глубине более 100 см. На участке 140 лет грунтовые воды имеют уровень лишь на 15–20 см ниже поверхности почвы. Таким образом, низкое среднее значение интенсивности дыхания в 140-летнем насаждении (рис. 2) обусловлено, прежде всего, высоким уровнем грунтовых вод, которые сокращают активно дышащую толщу почвенного профиля.

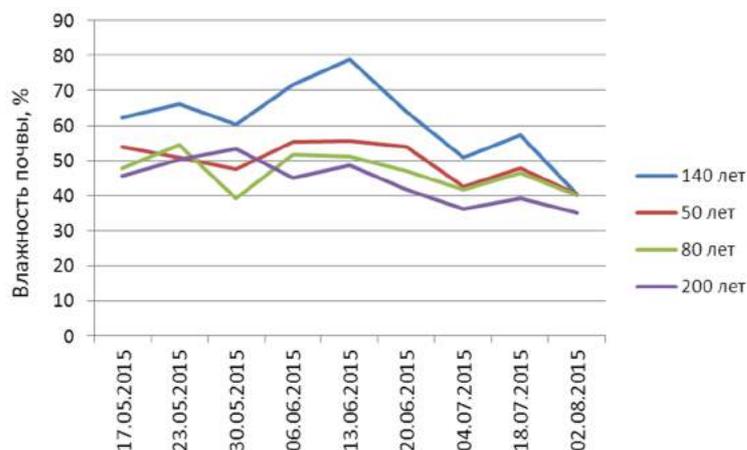


Рис. 3. Динамика влажности почвы в насаждениях разного возраста

Гранулометрический состав и гидрологический режимы почв на участках 50 и 80 лет очень близки. Значимые различия в среднесезонных значениях дыхания почв на этих участках выявить не удалось, однако интенсивность дыхания в 50-летнем орешнике на 11 % выше, чем в 80-летнем. Это можно объяснить большей первичной продукцией (табл. с. 71), а также густым напочвенным покровом из страусопёра германского (*Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.) и осок. Большая часть углерода их надземной фитомассы из пула лесной подстилки переходит в пул атмосферы в течение одного сезона.

Известно, что динамика дыхания почв в конкретных условиях определяется динамикой температуры и влажности почвы.

Связь между этими параметрами показана на рис. 4.

Сильная положительная корреляция отмечена между дыханием почвы и температурой почвы ( $r^2 = 0,600$ , при аппроксимации экспоненциальной функцией); связь дыхания с температурой воздуха является слабой положительной ( $r^2 = 0,255$ ), а с влажностью почвы – отсутствует. При этом коэффициенты корреляции дыхания с температурами почвы и воздуха являются статистически значимыми при  $p = 0,05$ . При множественной регрессии между дыханием и независимыми переменными температуры и влажности почвы коэффициент множественной детерминации составил  $r^2 = 0,787$ . Таким образом, почти 80 % изменчивости дыхания почв объясняются изменчивостью температуры и влажности почвы (рис. 5).

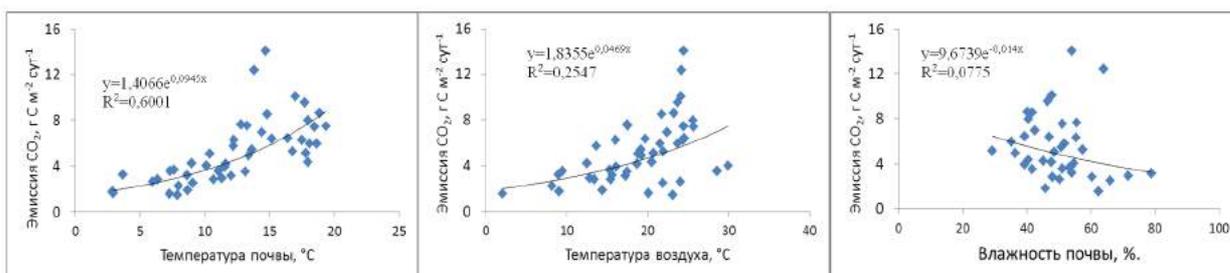


Рис. 4. Связь дыхания с основными абиотическими факторами

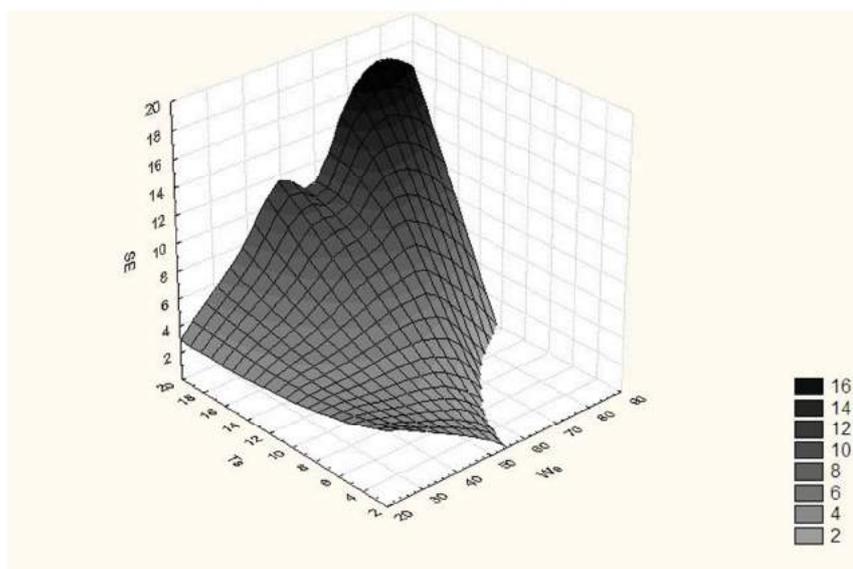


Рис. 5. Зависимость дыхания почвы ( $SE, \text{g C}/(\text{m}^2 \times \text{сут})$ ) от температуры ( $T_s, \text{°C}$ ) и влажности ( $W_s, \%$ ) почвы

Для почв исследованных пойменных лесов характерно уменьшение дыхания с увеличением влажности при температурах почвы до 14 °С. Максимальные величины эмиссии получены при температурах почвы выше 16 °С и влажности почвы 75–90 %. При температурах почвы менее 12 °С увеличение содержания влаги в почве до 70 % и более уменьшает поток углерода с поверхности почвы до 0–2 г С/(м<sup>2</sup>×сут).

Дальнейшие сезонные измерения дыхания почв пойменных лесов на территории модельного лесного участка ПГСХА позволят определить годовые потоки углерода от дыхания почв для всей площади пойменных лесов участка и региона в целом.

**Выводы.** Дыхание почв в пойменных типах леса имеет особенности, отличные от кедрово-широколиственных лесов. Это связано с лимитированием эмиссии СО<sub>2</sub> грунтовыми водами, крупными каменистыми включениями, которые свойственны аллювиальным почвам. Тренды дыхания почв пойменных лесов имеют чётко выраженную сезонную динамику: за период

измерений зафиксированы колебания в пределах 1,49 – 9,52 г С/(м<sup>2</sup>×сут), максимум пришёлся на конец июля. Наиболее молодой участок леса (50 лет) на протяжении всего периода измерений имел максимальные, по сравнению с другими участками, значения интенсивности дыхания. Это объясняется относительно низким уровнем грунтовых вод, отсутствием крупных частиц в гранулометрическом составе почв, а также большим запасом фитомассы в живом напочвенном покрове, сформированном осоками и папоротниками с проективным покрытием, близким к 100 %. В результате регрессионного анализа было установлено, что существует сильная значимая связь между дыханием и температурой почвы, слабая значимая связь между дыханием и температурой воздуха. Высокая влажность почвы способствует усилению потоков углекислого газа из почв пойменных лесов только при температуре почвы выше 16 °С. Выявленные закономерности температурно-влажностного режима дыхания почв позволят в дальнейшем моделировать потоки углерода из почв по метеоданным.

**Работа выполнена при поддержке Всемирного фонда дикой природы WWF (Амурский филиал).**

#### Список литературы

1. Коровин Г.Н. Киотский протокол и российские леса // На пути к устойчивому развитию России. 2003. № 25. С. 9-10.
2. Синькевич С.М., Бахмет О.Н., Иванчиков А.А. Роль почв в региональном балансе углерода в сосновых лесах Карелии // Почвоведение. 2009. № 3. С. 290-300.
3. Курбанов Э.А. Углероддепонирующие насаждения Киотского протокола. Монография. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 183 с.
4. Курганова И.Н., Кудеяров В.Н. Экосистемы России и глобальный бюджет углерода // Наука в России. 2012. № 5. С. 25-32.
5. Watson Eds. R., Noble I., Bolin B., Ravindranath N., Verardo D., Dokken D. Land Use, Land Use Change, and Forestry // A Special Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 375 p.
6. Кудеяров В. Н., Заварзин Г. А., Благодатский С. А. и др. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России. М: Наука, 2007. 315 с.
7. Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г. Углеродный бюджет лесов России // Сибирский лесной журнал. 2014. № 1. С. 69-92.
8. Замолодчиков Д.Г., Честных О.Н., Уткин А.И. Пулы и потоки лесов Дальневосточного федерального округа // Хвойные бореальной зоны. 2006. № 3. С. 21-30.
9. Кобак К.И. Биотические компоненты углеродного цикла. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 248 с.
10. Курбанов Э.А. Бюджет углерода сосновых экосистем Волго-Вятского района. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. 300 с.
11. Евдокимов И.В., Ларионова А.А., Шмитт М., Лопес де Гереню В.О., Бан М. Экспериментальная оценка вклада дыхания корней растений в эмиссию

углекислого газа из почвы // Почвоведение. 2010. № 12. С. 1479-1488.

12. Курбанов Э.А. Моделирование бюджета углерода лесных насаждений на примере сосняков Поволжья // Лесной журнал. 2009. № 2. С. 7-15.

13. Shlesinger W.H. Soil organic matter: a source of atmospheric CO<sub>2</sub> // SCOPE 23 The role of terrestrial vegetation in the global carbon cycle. Measurement by remote sensing. 1984. Pp. 111-127.

14. Martin J.G., Bolstad P.V. Variation of soil respiration at three spatial scales: Components within measurements, intra-site variation and patterns on the landscape // Soil Biology and Biochemistry. 2009. Vol. 41. Pp. 530-543.

15. Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Мякшина Т.Н., Сапронов Д.В., Кудеяров В.Н. Эмиссия CO<sub>2</sub> из почв различных экосистем южно-таежной зоны: анализ данных непрерывных 12-летних круглогодичных наблюдений // Доклады академии наук. 2011. Т. 436, № 6. С. 843-846.

16. Raich J.W., Schlesinger W.H. The Global carbon dioxide flux in soil respiration and its relation to vegetation and climate // Tellus. 1992. Vol. 44B. Pp. 81-99.

17. Карелин Д.В., Почикалов А.В., Замолодчиков Д.Г., Гитарский М.Л. Факторы пространственно-временной изменчивости потоков CO<sub>2</sub> из почв южнотаежного ельника на Валдае // Лесоведение. 2014. № 4. С. 56-66.

18. Ryan M.G., Law B.E. Interpreting, measuring and modeling soil respiration // Biogeochemistry. 2005. Vol. 73. Pp. 3-27.

19. Лопес де Гереню В.О., Курбатова Ю.А., Курганова И.Н., Тиунов А.В., Аничкин А.Е., Мякшина Т.Н., А.Н. Кузнецов. Суточная и сезонная динамика потока CO<sub>2</sub> из почв в различных древо-

стоях муссонного тропического леса // Почвоведение. 2011. № 9. С. 1074-1082.

20. Kurganova L. N., Kudеyаrov V. N. Assessment of carbon dioxide from soils of the southern taiga zone of Russia // Eurasian Soil Science. 1998. Т. 31. № 9. Pp. 954-965.

21. Комиссарова И.Ф. Выделение CO<sub>2</sub> из почв лесных биогеоценозов Восточного Сихотэ-Алиня // Почвоведение. 1986. № 5. С. 100-108.

22. Иванов А. В., Замолодчиков Д.Г., Линёв Д.А., Осипов Э.А. Почвенная эмиссия CO<sub>2</sub> в дубняках разного возраста в условиях южного Сихотэ-Алиня // «Инновации и технологии в лесном хозяйстве» ITF-2014. Тез. докл. IV Междунар. конф., Санкт-Петербург: СПбНИИЛХ, 2014. С. 52.

23. Иванов А.В., Замолодчиков Д.Г., Татауров В.А. Дыхание лесных почв в хвойно-широколиственных лесах южной части Приморского края // Проблемы устойчивого управления лесами Сибири и Дальнего Востока: мат-лы. Всеросс. конф. с междунар. участием / отв. ред. А.П. Ковалёв. Хабаровск: Изд-во ФБУ «ДальНИИЛХ», 2014. С. 427-430.

24. Семаль В.А. Свойства почв южной части Сихоте-Алиня (на примере Уссурийского заповедника) // Почвоведение. 2010. № 3. С. 303-312.

25. Лопес де Гереню В.О., Курганова И.Н., Замолодчиков Д.Г., Кудеяров В.Н. Методы количественной оценки потоков диоксида углерода из почв // Методы исследования органического вещества почв. Сб. тр. М.: Россельхозакадемия, 2005. 521 с.

26. Замолодчиков Д.Г. CO<sub>2</sub>-газообмен тундр острова Вайгач в нетипично тёплый и сухой вегетационный сезон // Журнал общей биологии. 2015. Т. 16, № 2. С. 83-98.

Статья поступила в редакцию 15.09.15.

### Информация об авторах

*ИВАНОВ Александр Викторович* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации, лесоустройства и охотоведения, Приморская государственная сельскохозяйственная академия. Область научных интересов – углеродный цикл лесов, биологическое разнообразие, лесовосстановление, почвенная энтомофауна. Автор 22 публикаций.

*МОМОТ Андрей Алексеевич* – студент кафедры лесной таксации, лесоустройства и охотоведения, Приморская государственная сельскохозяйственная академия. Область научных интересов – бюджет углерода лесов.

UDC 630×114.6

## CARBON EMISSIONS FROM THE SOIL SURFACE IN FLOODPLAIN FORESTS LOCATED IN THE SOUTH OF PRIMORSK TERRITORY

A. V. Ivanov, A. A. Momot

Primorskaya State Academy of Agriculture,  
44, Blyukher Prospect, Primorsk Territory, Ussuriysk, 692510, Russian Federation  
E-mail: aleksandr86@mail.ru

**Key words:** carbon; soil respiration; floodplain forest; carbon balance

### ABSTRACT

**Introduction.** Evaluation of the forest ecosystems impact onto the climate requires thorough research into all the components of the carbon cycle, one of which is soil respiration. The Far East of the Russian Federation is the priority region for research of carbon pools and carbon flux in Russian forests, as the number of such field studies is very low. **Aim of the research.** The paper aims to define the seasonal dynamics of carbon dioxide emissions from the soil surface of floodplain forests in Primorsk Territory. **Materials and methods.** Ash elm planted forest formation was selected as the object for the current research. In order to measure soil-respiration intensity the authors used chamber-based statistical method during the period from 3 May to 6 August spaced one-two weeks apart. Carbon dioxide concentration measurements were made on 4 plots in River Barkukovka floodplain, the average age of stand at 50, 60, 90 and 110 years. **Results.** Most compared plots are characterized by the significant discrepancies in the seasonal values of soil respiration intensity. The mean summer value was 5.22 gC/(m<sup>2</sup>×day). The authors showed that the seasonal dynamics of soil respiration is closely connected with the soil temperature ( $r^2 = 0.600$ ). The interrelation of soil respiration and air temperature ( $r^2 = 0.255$ ) was also detected. There was no relation identified between CO<sub>2</sub> emission value and peculiarities of the vegetation cover (average age of stand). Other factors that limited respiration of floodplain soil on the plot under study are the soil texture and the groundwater level. During field works the soil humidity was measured at the time of sample probe on every model plot. For floodplain forests the reduction of soil respiration and increase of humidity at temperatures before 14°C is quite characteristic. The maximum emission values were obtained for temperature values exceeding 16 °C and humidity values 75-90 %. The results of the research will be used for the evaluation of carbon balance in the forests of south Sikhote Alin.

This work was supported by the World Wildlife Fund WWF (Amur branch).

### REFERENCES

1. Korovin G.N. Kiotskiy protokol i rossiyskie lesa [Kyoto protocol and Russian Forests]. *Na puti k ustoychivomu razvitiyu Rossii* [On the way to sustainable development of Russia]. 2003. No 25. Pp. 9-10.
2. Sinkevich S.M., Bahmet O.N., Ivanchikov A.A. Rol pochv v regionalnom balanse ugleroda v osnovnykh lesakh Karelii [Role of soils in the regional carbon balance in Karelia pine woods]. *Pochvovedenie* [Soil science]. 2009. No 3. Pp. 290-300.
3. Kurbanov E.A. *Ugleroddeponiruyushchie naczahdeniya Kiotskogo protokola: monografiya* [Carbon sequestration forests of Kyoto protocol: monograph]. Yoshkar-Ola: MarGTU. 2007. 183 p.
4. Kurganova I.N., Kudiyarov V.N. Ekosistemy Rossii i global'nyy byudzhel ugleroda [Russian ecosystems and global carbon budget]. *Nauka v Rossii* [Science in Russia]. 2012. No 5. Pp. 25-32.
5. Watson Eds. R., Noble I., Bolin B., Ravindranath N., Verardo D., Dokken D. Land Use, Land Use Change, and Forestry // *A Special Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 375 p.
6. Kudiyarov V. N., Zavarzin G. A., Blagodatskiy S. A. i dr. *Puly i potoki ugleroda v nazemnykh ehkossistemah Rossii* [Carbon pools and flux in terrestrial ecosystems of Russia]. Moscow: Nauka, 2007. 315 p.
7. Shvidenko A.Z., Shchepashchenko D.G. Uglerodnyy byudzhel lesov Rossii [Carbon balance of Russian forests]. *Sib. lesnoy zhurn* [Siberian forest journal]. 2014. No 1. Pp. 69-92.
8. Zamolodchikov D.G., Chestnyh O.N., Utkin A.I. Puly i potoki lesov Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga [Forest pools and flux in the Far East Federal District]. *Hvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the boreal region]. 2006. No 3. Pp. 21-30.
9. Kobak K.I. *Bioticheskie komponenty uglerodnogo tsikla* [Biotic components of the carbon cycle]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. 248 p.
10. Kurbanov E.A. *Byudzhel ugleroda osnovnykh ehkossistem Volgo-Vyatskogo rayona* [Carbon budget in pine ecosystems of Volga-Vyatka region]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2002. 300 p.
11. Evdokimov I.V., Larionova A.A., Shmitt M., Lopes de Gerenyu V.O., Ban M. Eksperimental'naya otsenka vklada dyhaniya korney rasteniy v ehmissiyu uglekislogo gaza iz pochvy [Experimental evaluation of the contribution of root respiration into carbon dioxide emission from the soil]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 2010. № 12. Pp. 1479-1488.
12. Kurbanov, E.A. Modelirovanie byudzheta ugleroda lesnykh nasazhdeniy na primere sosnyakov Povolzh'ya [Modelling of carbon budget of forest plan-

tation as exemplified by Volga region pine forests]. *Lesnoy zhurnal* [Forest journal]. 2009. No 2. Pp. 7-15.

13. Shlesinger W.H. Soil organic matter: a source of atmospheric CO<sub>2</sub>. SCOPE 23 The role of terrestrial vegetation in the global carbon cycle. Measurement by remote sensing. 1984. Pp. 111-127.

14. Martin J.G., Bolstad P.V. Variation of soil respiration at three spatial scales: Components within measurements, intra-site variation and patterns on the landscape. *Soil Biology and Biochemistry*. 2009. Vol. 41. Pp. 530-543.

15. Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Myakshina T.N., Sapronov D.V., Kudryarov V.N. Emissiya CO<sub>2</sub> iz pochv razlichnykh ehkositsem yuzhno-taizhnoy zony: analiz dannykh nepreryvnykh 12-letnih kruglogodichnykh nablyudeniye Carbon dioxide emission from various soil ecosystems of south-taiga zone: data analysis of continuous 12-year all season observation]. *Doklady akademii nauk* [Academy of Science reports]. 2011. Vol. 436, No 6. Pp. 843-846.

16. Raich J.W., Schlesinger W.H. The Global carbon dioxide flux in soil respiration and its relation to vegetation and climate. *Tellus*. 1992. Vol. 44B. Pp. 81-99.

17. Karelin D.V., Pochikalov A.V., Zamolodchikov D.G., Ginarskiy M.L. Faktory prostranstvenno-vremennoy izmenchivosti potokov CO<sub>2</sub> iz pochv yuzhnotaizhnogo elnika na Valdae [Factors of spatial-temporal variability of CO<sub>2</sub> flux from the soils of south taiga spruce forest in Valday]. *Lesovedenie* [Forest science]. 2014. No 4. Pp. 56-66.

18. Ryan M.G., Law B.E. Interpreting, measuring and modeling soil respiration. *Biogeochemistry*. 2005. Vol. 73. Pp. 3-27.

19. Lopes de Gerenyu V.O., Kurbatova YU.A., Kurganova I.N., Tiunov A.V., Anichkin A.E., Myakshina T.N., A.N. Kuznetsov. Sutochnaya i sezonnaya dinamika potoka SO<sub>2</sub> iz pochv v razlichnykh drevostoyah mussonnogo tropicheskogo lesa [Day and season dynamics of CO<sub>2</sub> flux from the soils of different forest stands of monsoon tropical forest]. *Pochvovedenie* [Forest science]. 2011. No 9. Pp. 1074-1082.

20. Kurganova L. N., Kudryarov V. N. Assessment of carbon dioxide from soils of the southern taiga zone of Russia // *Eurasian Soil Science*. 1998. T. 31. № 9. Pp. 954-965.

21. Komissarova I.F. Vydelenie CO<sub>2</sub> iz pochv lesnykh biogeotsenozov Vostochnogo Sikhote-Alinya [CO<sub>2</sub> emissions from the soils of biogeocenose of the eastern Sikhote Alin]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 1986. No 5. Pp. 100-108.

22. Ivanov A. V., Zamolodchikov D.G., Linyov D.A., Osipov E.A. Pochvennaya ehmissiya CO<sub>2</sub> v dubnyakah raznogo vozrasta v usloviyah yuzhnogo Sikhote-Alinya [Soil CO<sub>2</sub> emissions in various age oak forests in the south Sikhote Alin]. «*Innovatsii i tekhnologii v lesnom hozyaystve*» ITF-2014. [«Innovations and technologies in forestry» ITF-2014]. Tez. dokl. IV Mezhdunar. konf. [Abstract of 4<sup>th</sup> International conference]. Saint Petersburg: SPbNIILH, 2014. Pp. 52.

23. Ivanov A.V., Zamolodchikov D.G., Tataurov V.A. Dyhanie lesnykh pochv v hvoyno-shirokolistvennykh lesah yuzhnoy chasti Primorskogo kraya [Respiration of the forest soils in the mixed coniferous-broad leaved forest of the south part of Primorsky Territory]. *Problemy ustoychivogo upravleniya lesami Sibiri i Dal'nego Vostoka: mat-ly. Vseross. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Problems of sustainable management of forests in Siberia and the Far East: materials of All-Russia conference with international participants]. Khararovsk: «Dal'NIILH» Publishing house, 2014. Pp. 427-430.

24. Semal V.A. Svoystva pochv yuzhnoy chasti Sikhote-Alinya (na primere Ussuriyskogo zapovednika) [Soil properties in the south of Sikhote Alin]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 2010. No 3. Pp. 303-312.

25. Lopes de Gerenyu V.O. Kurganova I.N., Zamolodchikov D.G., Kudryarov V.N. Metody kolichestvennoy otsenki potokov dioksida ugleroda iz pochv [Methods of quantitative estimate of carbon dioxide flux from soils]. *Metody issledovaniya organicheskogo veshchestva pochv* [Research methods of evaluation organic substance in soils]. Collected works. Moscow: Rossel'hozokademiya, 2005. 521 p.

26. Zamolodchikov D.G. CO<sub>2</sub>-gazoobmen tundra ostrova Vaygach v netipichno tyoplyy i suhooy vegetatsionnyy sezon [CO<sub>2</sub> gas interchange in tundra of Vaigach island during abnormal warm and dry season]. *Zhurnal obshchey biologii* [General biology journal]. 2015. Vol. 16., No 2. Pp. 83-98.

The article was received 15.09.15.

**Citation for an article:** Ivanov A. V., Momot A. A. Carbon Emissions from the Soil Surface in Floodplain Forests Located in the South of Primorsk Territory. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2016. No 1(29). Pp. 69-78.

#### Information about the authors

*IVANOV Aleksandr Viktorovich* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Forest Inventory, Forest Management and Game Management Department of Primorskaya State Academy of Agriculture. Research interests – forest carbon cycle, biodiversity, reforestation, soil entomofauna. Author of 22 publications.

*MOMOT Andrey Alekseevich* – undergraduate student of Forest Inventory, Forest Management and Game Management Department of Primorskaya State Academy of Agriculture. Research interests – forest carbon budget.