



Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г.Петрозаводск, пр.Ленина,33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

№ 4 (54). Декабрь, 2024

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов
Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. М. Макаров

Редакционная коллегия

Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
J. P. Kurhinen
А. Ю. Мейгал
J. B. Jakovlev
B. Krasnov
A. Gugotek
В. К. Шитиков
В. Н. Якимов

Службы поддержки

А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г.Петрозаводск, пр. Ленина, 33. Каб. 453

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>





УДК УДК 574.42

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КРАТКОСРОЧНОЙ ДИНАМИКИ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПУЛОВ И ПОТОКОВ УГЛЕРОДА В УСЛОВИЯХ ЭКОСИСТЕМ ПОЙМЫ РЕКИ СЕЙМ (НА ПРИМЕРЕ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ)

НЕВЕДРОВ
Николай Петрович

кандидат биологических наук, Курский государственный университет, ул. Радищева, 33, Курск, 305000, Российская Федерация, 9202635354@mail.ru

ПРОТАСОВА
Марина Викторовна

кандидат биологических наук, Курский государственный университет, ул. Радищева, 33, Курск, 305000, Российская Федерация, protasova2012@yandex.ru

Ключевые слова:
почвенная эмиссия CO₂
аллювиальные почвы
прирусловая часть
поймы реки
срединная часть поймы
реки
корневое и микробное
дыхание
углерод фитомассы
запас углерода в почве

Аннотация: Оценка пулов и потоков углерода в условиях экосистем различного типа и масштаба повышает надежность национальной и глобальной оценки нетто-стока и нетто-поглощения углерода, а также уточняет возможность применения тех или иных технологий управления углеродным балансом. Цель работы заключается в исследовании краткосрочной динамики и пространственной изменчивости эмиссии углерода с поверхности аллювиальных темногумусовых почв и секвестрации углерода в травянистой растительности в условиях поймы реки Сейм. Приводятся данные об эколого-функциональном состоянии почвенно-растительного покрова в различных элементах поймы реки Сейм. В исследуемых участках поймы почвенный пул углерода характеризуется высокой пространственной изменчивостью, обусловленной локальными особенностями мезорельефа, динамикой русловых процессов и видовым разнообразием травянистой растительности, тогда как пул углерода фитомассы слабо варьирует в пространстве. Скорости эмиссии CO₂ с поверхности аллювиальных темногумусовых почв в последней декаде июня – первой декаде июля могут варьировать в достаточно широких пределах – от 9.6 до 28.7 г CO₂ м⁻² сут⁻¹. В летние месяцы (июнь и июль) экосистемы поймы реки Сейм с контрастными эдафическими, биоценоотическими, орографическими и гидрологическими условиями являются устойчивым стоком углерода, в которых разница между секвестрацией CO₂ и его эмиссией в атмосферу колеблется в пределах 7.5 ± 0.8 – 10.8 ± 0.7 г CO₂ м⁻² сут⁻¹.

© Петрозаводский государственный университет

Получена: 18 октября 2024 года

Подписана к печати: 23 декабря 2024 года

Введение

Процессы выделения и секвестрации углерода в условиях повышенной вариативности экологических факторов внутри отдельно взятого ландшафта весьма изменчивы как во времени, так и в пространстве (Бобрик, 2011; Гальченко и др., 2008; Гарькуша и др., 2011; Глаголев и др., 2014; Новиков и др., 2007; Batjes, 1996).

Пойменные ландшафты характеризуются повышенной вариативностью орографических, гидротермических, эдафических и фитоценологических условий, которые обуславливают изменчивость углеродного цикла. Исследование процессов временной и пространственной изменчивости пулов и потоков углерода в пойменных ландшафтах различных биомов позволит не только уточнить их вклад в эмиссию и поглощение парниковых газов, но и определить возможность их использования в целях регулирования изменений климата (Федоров и др., 2021; Мильхеев, 2023; Кудеяров, 2015; Курганова, 2010; Курганова и др., 2019).

Регионально-типологические особенности хозяйственного использования пойменных ландшафтов во многом определяют изменчивость углеродного цикла в них. На территории Курской области пойменный тип местности занимает площадь 4283.3 км², что составляет 14.3 % территории региона. В большей своей части пойменные ландшафты Курской области обладают вы-

соким природным потенциалом, хорошей влагообеспеченностью, высокой степенью сохранности естественных природных комплексов (лугов и лесов) и высокой степенью саморегуляции. Около 50 % пойменных ландшафтов относятся к эколого-стабилизирующим угольям. Тем не менее весомая доля пойменных ландшафтов региона также подвержена антропогенной трансформации, вызванной распашкой полей, размещением населенных пунктов, интенсивным выпасом скота, химическим загрязнением (Горохова, Михно, 2011; Федоров и др., 2021).

Луговые экосистемы речных пойм обладают достаточно высокой продуктивностью и способны запасать значительное количество органического углерода. Контроль и регулирование антропогенной нагрузки на пойменные ландшафты позволит им функционировать в качестве устойчивого стока углерода (Федоров и др., 2021; Мильхеева, 2011; Tang et al., 2020).

Цель работы – экологическая оценка эмиссии C-CO₂ с поверхности темногумусовых аллювиальных почв и секвестрации углерода в травянистой растительности в условиях поймы реки Сейм.

Материалы

Объектом исследования являются луговые экосистемы поймы реки Сейм в районе села Малютино Курчатовского района Курской области (рис. 1).



Рис. 1. Географическое положение участков исследования: крестики – срединная часть поймы, галочки – прирусловая часть поймы (screenshot Яндекс-карты)

Fig. 2. Geographical location of the study areas: crosses – middle part of the floodplain, check marks – riverbed part of the floodplain (screenshot Yandex map)

Ключевые участки почвенного экологического мониторинга локализовались в более гидроморфной прирусловой части поймы, а также в геоморфологически возвышенной и, соответственно, менее гидроморфной срединной части поймы. Исследования проводились в 2024 г. В каждом исследуемом элементе поймы закладывалось по пять репрезентативных участков, на которых оценивалось функционально-экологическое состояние почвенного и растительного пулов углерода.

Методы

Почвенный покров исследовали профильным методом. Физические, физико-химические и химические свойства почв определялись с использованием общепринятых методик и оборудования: окраска – по Mansell, гранулометрический состав – методом шнура, плотность сложения – пенетрометром Wile Soil, $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ – согласно ГОСТ 26423-85, содержание органического вещества – ГОСТ 26213-2021.

Скорость почвенных потоков CO_2 оценивали *in situ* камерным методом с использованием инфракрасного газоанализатора в последнюю декаду июня и первую декаду июля (ежедневно в пятикратной повторности на каждом участке). Площадь ограничительного пластикового кольца, врезанного в почву, – 314 см^2 , объем закрытой измерительной камеры для замеров потоков – 6200 см^3 , камера оснащена инфракрасным газоанализатором модели AZ 7752. Температуру почв измеряли термометром Checktemp HI98501, влажность почв – почвенным влагомером МГ-44 (Nevdov et al., 2021). Проводилось также отдельное определение корневого и микробного дыхания с одновременным использованием трех стандартных методов: извлечения корней, интеграции компонентов, субстрат-индуцированного дыхания (СИД), описанных в (Неведров и др., 2024).

Определение скорости микробного и корневого дыхания проводилось в пятикратной повторности в течение трех суток при ясной погоде в интервале времени с 9:00 до 13:00. Скорость корневого и микробного дыхания, а также скорость эмиссии CO_2 выражали в $\text{г CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$.

Биомассу и флористический состав исследовали трансектным методом. Отбор образцов биомассы растений осуществлялся в третьей декаде июня в десятикратной повторности для каждого элемента исследуе-

мой поймы р. Сейм. Площадь отбора фитомассы для каждой повторности составляла 0.5 м^2 .

Оценку экосистемного дыхания проводили с использованием прозрачной акриловой герметичной камеры объемом 0.25 м^3 , оснащенной четырьмя разнонаправленными вентиляторами с электрическим приводом (для перемешивания воздуха внутри), датчиками температуры и влажности и инфракрасным газоанализатором. Камера при помощи лопатки врезалась в почву на глубину 3–5 см. Растительный покров не повреждался. Замеры проводили параллельно с замерами почвенного дыхания. Время экспозиции камеры при замерах составляло 5 минут.

Запасы углерода в почвенном пуле и пуле фитомассы оценивали согласно (Методические указания..., 2017).

Статистическая обработка данных проводилась с применением средств пакета анализа прикладных программ Microsoft Office 2010 (Microsoft Excel).

Результаты

Исследование растительного покрова участков поймы позволило установить различия в видовом составе прирусловой и срединной частей поймы реки Сейм. В более низкой прирусловой пойме основу травостоя составляли *Carex praecox*, *Elytrigia repens*, *Poa angustifolia*, *Lotus corniculatus*, *Rumex acetosa*, *Artemisia vulgaris*, *Medicago lupulina*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*. Возвышенные участки срединной поймы были представлены мелкотравной типчаковой растительностью. Здесь в травостое преобладали *Festuca valesiaca*, *Festuca rubra*, *Poa angustifolia*, *Sedum acre*, *Potentilla argentea*, *Trifolium pratense*, *Agrostis tenuis*, *Plantago media*, *Elytrigia repens*, *Galium mollugo*, *Galium verum*, *Convolvulus arvensis* (Полуянов, 2005).

Расчитанный индекс разнообразия Симпсона (D) позволил установить, что видовое разнообразие срединной части поймы ($D = 8.86$) было несколько выше, чем видовое разнообразие прирусловой поймы ($D = 6.51$).

По результатам проведенной почвенной съемки на исследуемых участках прирусловой и срединной поймы были диагностированы аллювиальные темногумусовые почвы (Eutric Fluvisols), имеющие различия в морфологических, физических и химических свойствах (рис. 2, табл. 1).



Рис. 1. Географическое положение участков исследования: крестики – срединная часть поймы, галочки – прирусловая часть поймы (screenshot Яндекс-карты)

Fig. 2. Geographical location of the study areas: crosses – middle part of the floodplain, check marks – riverbed part of the floodplain (screenshot Yandex map)

Аллювиальная темногумусовая среднесуглинистая почва срединной части поймы имела следующие морфологические свойства:

А₀ (0–5 см) – 10YR 2/2, дернина обильно пронизана корнями растений, влажноватая, рыхлая, переход четкий по плотности и количеству неразложившейся мортмассы;

AU (6–40 см) – 10YR 3/2, свежий, плотный, порошисто-зернистая, среднесуглинистый, обильно пронизан корнями и ходами роющей мезофауны, встречаются карбонатные новообразования в виде белоглазки и редко журавчиков (вскипают от 10 % HCl), переход постепенный по окраске, структуре и механическому составу;

С (41–110 см) – основная окраска горизонта – 10YR 4/3, дополнительная – в слое на глу-

бине 65–74 см (слой белесого отмытого кварцевого песка с вкраплениями железистых примазок) – 10YR 6/4, верхняя часть горизонта имеет гумусовые затеки в виде вертикальных тяжей 5–8 см толщиной до 1 см, супесчаный, бесструктурный, железистые примазки – обильно, раковины моллюсков.

Репрезентативный разрез аллювиальной темногумусовой глеевой среднесуглинистой почвы прирусловой части поймы имел следующее строение профиля:

А₀ (0–3 см) – 10YR 3/2, дернина обильно пронизана корнями растений, влажноватая, рыхлая, переход четкий по плотности и количеству неразложившейся мортмассы;

AU (4–63 см) – 10YR 3/2, влажный, плотный, среднесуглинистый, мелкоореховатая, нижняя часть мелко-призматическая, рако-

вины брюхоногих и двустворчатых моллюсков, корни, ходы червей (мало), железистые примазки, умеренно вскипает от 10 % HCl с глубины 30 см. На глубине 40–42 см слой очень плотного песка белесых тонов 10YR 5/3, влажный, плотный, бесструктурный, с железистыми примазками, супесчаный. В нижней части горизонта наблюдаются пленки оглеения на поверхностях структурных отдельностей, переход постепенный по окраске и плотности;

CG (64–120 см) – CLEY 1 2,5/10, свежий, легкосуглинистый, крупноореховатая, обильно раковины моллюсков, иногда корни, железистые примазки 2 × 2 см очень обильно.

Синлитогенный характер почвообразования в условиях поймы реки, сопровождающийся регулярными и спорадическими разливами рек с отложением различного по дисперсии аллювия, обуславливает имеющуюся слоистость почв по механическому составу (см. табл. 1).

Таблица 1. Физические, химические и физико-химические свойства аллювиальных почв в условиях исследуемых ключевых участков поймы реки Сейм

Горизонт (мощность слоя, см)	Гранулометрический состав	Плотность, г/см ³	Органическое вещество, %	pH(H ₂ O)	Eh, мВ
Срединная часть поймы р. Сейм аллювиальная темногумусовая среднесуглинистая почва					
AU (15)	Средний суглинок	1.1 ± 0.1	3.2 ± 0.2	7.1 ± 0.1	350 ± 11
AU (25)	Средний суглинок	1.1 ± 0.1	4.1 ± 0.3	7.5 ± 0.1	317 ± 7
C (20)	Супесчаный	0.9 ± 0.1	1.2 ± 0.1	7.6 ± 0.2	283 ± 14
C (9)	Песчаный	0.8 ± 0.1	0.6 ± 0.1	7.6 ± 0.2	275 ± 10
C (36)	Супесчаный	1.0 ± 0.2	0.6 ± 0.2	7.7 ± 0.1	274 ± 12
Приустьевая часть поймы р. Сейм аллювиальная темногумусовая глеевая среднесуглинистая почва					
AU (37)	Средний суглинок	1.1 ± 0.2	1.6 ± 0.2	7.2 ± 0.2	305 ± 10
AU (2)	Песчаный	1.0 ± 0.1	0.6 ± 0.1	7.6 ± 0.1	244 ± 9
AU (21)	Средний суглинок	1.0 ± 0.1	0.9 ± 0.1	7.8 ± 0.2	268 ± 12
CG (56)	Легкий суглинок	0.8 ± 0.1	1.3 ± 0.2	7.5 ± 0.1	288 ± 16

Показатель плотности сложения почв находился в зависимости от гранулометрического состава и достигал более высоких значений (1.1 г/см³) в среднесуглинистых горизонтах и их слоях.

По содержанию органического вещества исследуемые почвы относились к группировкам с низким (2–4 %) и малым (1–2 %) содержанием. Оба рассматриваемых профиля не имели убывающего к низу профиля характера распределения, что характерно для почв аллювиального ряда. В аллювиальной темногумусовой глеевой почве на глубине 100 см содержание гумусу составляло 1.3 %.

Реакция среды в исследуемых почвах нейтральная или слабощелочная. Отмечалось четко выраженное уменьшение значений водородного показателя к низу профиля, что обусловлено насыщенностью основаниями нижних горизонтов (см. табл. 1).

По показателю Eh в верхних горизонтах аллювиальных почв диагностированы слабовосстановительные условия, а в нижних – умеренно восстановительные. Стоит отметить, что для почв приустьевой поймы были характерны более низкие значения показателя Eh, что подтверждает наличие более

гидроморфных условий почвообразования, чем в геоморфологически более высоких участках срединной части поймы. Однако в горизонтах C и CG исследуемых почв значения показателя Eh статистически не различались и колебались в диапазоне 274–288 мВ (см. табл. 1).

Скорость потоков диоксида углерода с поверхности почв ключевых участков поймы характеризовалась как пространственной изменчивостью, так и временной динамикой. Колебания показателя за относительно короткий период (7 суток) составляли от 9.6 до 26.0 г CO₂ м⁻² сут⁻¹ с поверхности почв срединной поймы и от 13.3 до 28.7 г CO₂ м⁻² сут⁻¹ – приустьевой поймы, что обусловлено как контрастностью климатических условий в данный период (осадки и переменная облачность), так и разностью почвенных условий в различных элементах поймы. Средние значения эмиссии CO₂ с поверхности исследуемых почв за 7 суток в притеррасной и срединной пойме статистически не различались, хотя в отдельно взятые дни существенные различия между ними все-таки наблюдались (рис. 3).

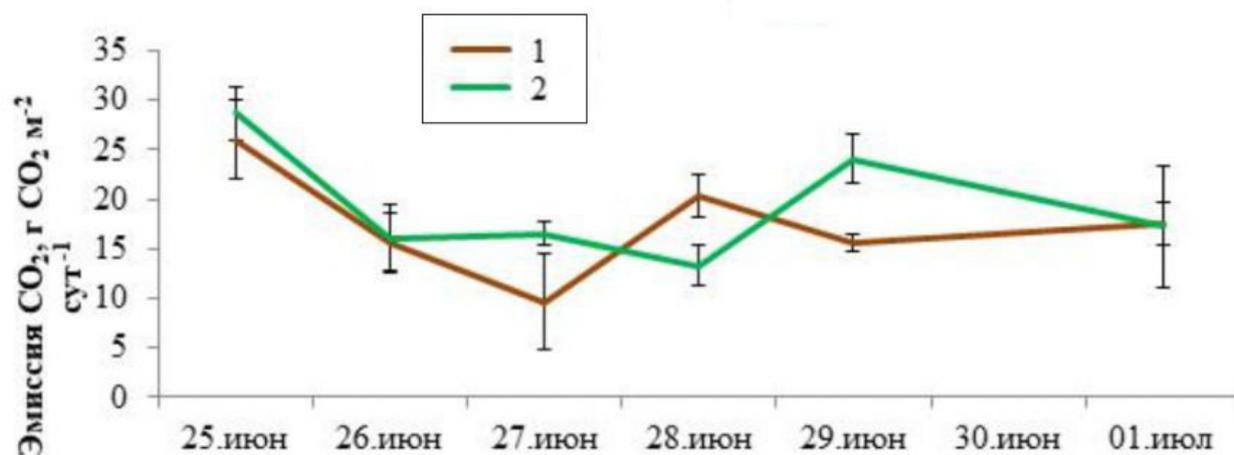


Рис. 3. Краткосрочная динамика эмиссии CO₂ с поверхности аллювиальных темногумусовых почв поймы р. Сейм (1 – срединная пойма, 2 – прирусловая пойма)

Fig. 3. Short-term dynamics of CO₂ emissions from the surface of alluvial dark humus soils of the Seim River floodplain (1 – middle floodplain, 2 – riverine floodplain)

Такие различия объясняются скоростью изменения гидротермических условий в разных частях поймы. Например, в геоморфологически более низких участках поймы более значительно был выражен гидроморфизм почв; возвышенности, как правило, лучше дренированы и почвы здесь стреми-

тельнее теряют влагу.

Вклад микробного дыхания в общий поток диоксида углерода с поверхности почв на исследуемых участках составлял от 67.6 до 72.5 % (табл. 2), что является вполне характерным для почв пойменных экосистем (Федоров и др., 2021).

Таблица 2. Вклад автотрофного и гетеротрофного дыхания в общий поток CO₂ с поверхности аллювиальных темногумусовых почв поймы р. Сейм, измеренный методами раздельного и совместного определения

Метод определения	Срединная пойма		Прирусловая пойма	
	вклад корневого дыхания, %	вклад микробного дыхания, %	вклад корневого дыхания, %	вклад микробного дыхания, %
Метод извлечения корней	28.4	71.6	32.4	67.6
Метод интеграции компонентов	29.8	70.2	30.8	69.2
Метод СИД	27.5	72.5	31.5	68.5

Вклад корневого компонента почвенного дыхания в общий поток CO₂ из исследуемых почв прирусловой и срединной поймы различался незначительно. Это можно объяснить незначительными различиями в показателях сырой и сухой массы растений. В срединной пойме показатель сухой массы растений составлял 575.2 ± 48.0 г/м², а в прирусловой – 585.7 ± 60.2 г/м² при относительной влажности биомассы 52 % и 60 % соответственно.

Запасы углерода в метровой толще почв притеррасной части поймы р. Сейм составляли 83.2 ± 6.4 т/га и были на 32.7 % меньше,

чем в метровой толще более автоморфных почв срединной части поймы (123.6 т/га). Разница между запасами углерода, сформированными исключительно в темногумусовых горизонтах (AU) исследуемых почв, была еще более значительной и достигала 48.5 % (96.0 т/га в почве срединной поймы и 49.4 т/га в почве прирусловой поймы). В свою очередь, запасы органического углерода в пуле фитомассы травянистых растений на исследуемых участках срединной и прирусловой поймы не имели статистически значимых различий и составляли 22.5 и 22.9 т/га соответственно.

Полученные экспериментальные данные об экосистемных потоках CO_2 в условиях прирусловой и срединной частей поймы р. Сейм свидетельствовали о преобладании секвестрации CO_2 над экосистемной эмиссией CO_2 в атмосферу. В исследуемый период (июнь – июль) в дневное время экосистемы притеррасной и прирусловой пойм являлись устойчивым стоком углерода. Разница между секвестрацией CO_2 и его эмиссией в исследуемых экосистемах срединной поймы составляла $7.5 \pm 0.8 \text{ г } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$, в то время как в прирусловой части поймы она достигала $10.8 \pm 0.7 \text{ г } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$.

Обсуждение

Полученные значения корневого и микробного дыхания в условиях темногумусовых среднесуглинистых глееватых почв по всем трем методам определения практически не различались в пределах одного элемента поймы. В то время как полученные ранее данные о вкладе источников почвенного дыхания в общий почвенный поток CO_2 с поверхности легких альфегумусовых почв (подзолы иллювиально-железистые песчаные) в лесных экосистемах надпойменных террас р. Сейм сильно разнились и зависели от метода исследования (Неведров и др., 2024). Это можно объяснить разницей фенологического состояния, различиями в биомассе корневых систем растений и особенностями пространственного распределения корней в почве. В луговых фитоценозах выше биологическое разнообразие, корни травянистых растений в поверхностном слое распределяются более равномерно, формируя более значительные по объему и площади ризосферу и ризоплан (Артамонова, Потатуркина-Нестерова, 2013).

Экологические условия (водно-воздушный режим почв) в более автоморфных темногумусовых иллювиальных почвах высоких участков срединной поймы способствовали более интенсивному гумусообразованию и накоплению углерода в почвенном профиле, чем в темногумусовых иллювиальных глееватых почвах поймы с контрастно выражен-

ными гидроморфными условиями почвообразования. Таким образом, можно констатировать, что иллювиальные почвы поймы р. Сейм имеют повышенную пространственную вариабельность в накоплении углерода, которая преимущественно контролируется геоморфологическими и гидрографическими факторами.

Стоит отметить, что для оценки влияния формируемой биомассы фитоценозами исследуемых участков поймы на накопление углерода в почвах необходимо владеть данными сезонной динамики показателя биопродуктивности, который может отличаться ввиду установленных различий в биологическом разнообразии исследуемых участков поймы (Ермакова, Сугоркина, 2000).

Превалирование показателя секвестрационной активности фитоценозов прирусловой поймы над фитоценозами срединной поймы можно объяснить разницей в фотосинтетической активности, обусловленной спецификой видового состава.

Заключение

В исследуемых участках поймы реки Сейм почвенный пул углерода характеризовался высокой пространственной изменчивостью, обусловленной локальными особенностями мезорельефа, динамикой русловых процессов и видовым разнообразием травянистой растительности, тогда как пул углерода фитомассы слабо варьировал в пространстве. Иллювиальные темногумусовые глееватые почвы обладают сравнительно меньшим запасом углерода (на 32.7–48.5 % меньше), чем иллювиальные темногумусовые почвы. При относительно равных значениях скорости почвенной эмиссии CO_2 растительные сообщества более низких участков прирусловой поймы поглощали на $3.3 \text{ г } \text{м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$ больше атмосферного CO_2 , чем растительность срединной поймы. В светлое время суток в конце июня – начале июля исследуемые экосистемы поймы реки Сейм с контрастными эдафическими, биоценотическими, орографическими и гидрологическими условиями являлись стоком углерода.

Библиография

- Артамонова М. Н., Потатуркина-Нестерова Н. И. Характеристика микробного сообщества ризосферы и ризопланы *Cucurbita pepo* L. // Фундаментальные исследования. 2013. № 10–14. С. 3067–3070. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32960> (дата обращения: 25.09.2024).
- Бобрин А. А. Продукция углекислого газа почвами северных экосистем Западной Сибири // Почвы в условиях природных и антропогенных стрессов: Материалы Всерос. науч. конф. «XIV Докучаевские молодежные чтения» / Под ред. акад. Б. Ф. Апарина. СПб: Изд. дом С.-Петербургского гос. ун-та, 2011. С. 293–294.

- Гальченко В. Ф., Дулов Л. Е., Крамер Б., Конова Н. И., Барышева С. В. Биогеохимические процессы цикла метана в почвах, болотах и озерах Западной Сибири // Микробиология. 2008. № 2. С. 215–225.
- Гарькуша Д. Н., Фёдоров Ю. А., Тамбиева Н. С. Эмиссия метана из почв Ростовской области // Аридные экосистемы. 2011. Т. 17, № 4 (49). С. 44–52. DOI: 10.1134/s2079096111040056
- Глаголев М. В., Сабреков А. Ф. Ответ А. В. Смагину: II. Углеродный баланс России // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2014. Т. 5, № 2. С. 50–70.
- Горохова Е. А., Михно В. Б. Современная структура и трансформация ландшафтов Курской области // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2011. № 2. С. 17–25.
- Ермакова И. М., Сугоркина Н. С. Мониторинг луговой растительности в пойме реки Угры // Ботанический журнал. 2000. Т. 85, № 12. С. 50–59.
- Кудеяров В. Н. Современное состояние углеродного баланса и предельная способность почв к поглощению углерода на территории России // Почвоведение. 2015. № 9. С. 1049–1060. DOI: 10.7868/S0032180X15090087
- Курганова И. Н. Эмиссия и баланс диоксида углерода в наземных экосистемах России : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2010. 50 с.
- Курганова И. Н., Лопес де Гереню В. О., Жиенгалиев А. Т., Кудеяров В. Н. Углеродный бюджет степных экосистем России // Доклады Академии наук. 2019. № 6. С. 732–735. DOI: 10.31857/s0869-56524856732-735
- Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов . Утверждены распоряжением Минприроды России от 30.06.2017 № 20-р. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456079177?ysclid=m4ib4ayb8t817393853> (дата обращения: 10.10.2024).
- Мильхеев Е. Ю. Сезонная динамика эмиссии CO₂ из аллювиальных луговых почв дельты р. Селенги // Природа Внутренней Азии. 2023. № 4 (26). С. 41–47. DOI: 10.18101/2542-0623-2023-4-41-47
- Неведров Н. П., Протасова М. В., Довидович Е. Д., Кузнецова Е. А., Байдак Е. А. Экологическая оценка вклада дыхания корней растений и почвенной микробиоты в потоки CO₂ из подзолов и дерново-подзолов песчаных в надпойменных террасах реки Сейм // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2022. № 4. URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/4/st_407.pdf (дата обращения: 10.10.2024).
- Новиков Н. Н., Степанов А. Л., Поздняков А. И., Лебедева Е. В. Сезонная динамика эмиссии CO₂, CH₄, N₂O и NO из торфяных почв поймы р. Яхромы // Почвоведение. 2007. № 7. С. 867–874.
- Полуянов А. В. Флора Курской области . Курск: Изд-во КГУ, 2005. 264 с.
- Федоров Ю. А., Сухоруков В. В., Трубник Р. Г. Аналитический обзор: эмиссия и поглощение парниковых газов почвами. Экологические проблемы // Антропогенная трансформация природной среды. 2021. Т. 7, № 1. С. 6–33.
- Batjes N. H. Total carbon and nitrogen in the soils of the world // European Journal of Soil Science. 1996. № 47. P. 151–163.
- Nevedrov N. P. Sarzhanov D. A., Protsenko E. P., Vasenev I. I. Seasonal Dynamics of CO₂ Emission from Soils of Kursk // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54, № 1. P. 80–88.
- Tang X., Du J., Shi Y. et al. Global Patterns of Soil Heterotrophic Respiration – A Metaanalysis of Available Dataset // Catena. 2020. Vol. 191. P. 104574.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SHORT-TERM DYNAMICS AND SPATIAL VARIABILITY OF CARBON POOLS AND FLUXES IN THE CONDITIONS OF THE SEIM RIVER FLOODPLAIN ECOSYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF KURSK REGION)

NEVEDROV
Nikolai Petrovich

Ph.D., Kursk State University, 33 Radishcheva St. Kursk 305000 Russian Federation, 9202635354@mail.ru

PROTASOVA
Marina Victorovna

Ph.D., Kursk State University, 33 Radishcheva St. Kursk 305000 Russian Federation, mar.protasova2012@yandex.ru

Keywords:

soil CO₂ emission
fluvisols
riverbed part of the floodplain
middle part of river floodplain
root and microbial respiration
phytomass carbon
carbon stock in soil

Summary: The assessment of carbon pools and fluxes in ecosystems of different types and scales increases the reliability of national and global assessments of net carbon inflow and net carbon absorption, and clarifies the possibility of using certain carbon balance management technologies. The aim of the work is to study the short-term dynamics and spatial variability of carbon emissions from the surface of alluvial dark humus soils (Eutric Fluvisols) and carbon sequestration in grassy vegetation in the Seim River floodplain. The paper presents the data on the ecological and functional state of the soil and vegetation cover in various elements of the Seim River floodplain. In the studied areas of the floodplain, the soil carbon pool is characterized by high spatial variability due to local features of the mesorelief, dynamics of river bed evolution and the species diversity of herbaceous vegetation, while the carbon pool of phytomass varies slightly in space. The rates of CO₂ emission from the surface of alluvial dark humus soils (fluvisols) in the last decade of June – the first decade of July can vary quite widely – from 9.6 to 28.7 g CO₂ m⁻² day⁻¹. In the summer months (June and July), the ecosystems of the Seim River floodplain with contrasting edaphic, biocenotic, orographic and hydrological conditions are a stable carbon sink, in which the difference between CO₂ sequestration and its emission into the atmosphere ranges from 7.5 ± 0.8 to 10.8 ± 0.7 g CO₂ m⁻² day⁻¹.

Received on: 18 October 2024

Published on: 23 December 2024

References

- Artamonova M. N. Nesterova N. I. Characteristics of the rhizosphere and rhizoplane microbial community of Cucurbita pepo L., *Fundamental'nye issledovaniya*. 2013. No. 10–14. P. 3067–3070. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32960> (data obrascheniya: 25.09.2024).
- Batjes N. H. Total carbon and nitrogen in the soils of the world, *European Journal of Soil Science*. 1996. No. 47. P. 151–163.
- Bobrik A. A. Carbon dioxide production by soils of northern ecosystems of Western Siberia, *Pochvy v usloviyah prirodnyh i antropogennyh stressov: Materialy Vserop. nauch. konf. «XIV Dokuchaevskie molodezhnye chteniya»*, Pod red. akad. B. F. Aparina. SPb: Izd. dom S, Peterburgskogo gop. un-ta, 2011. P. 293–294.
- Ermakova I. M. Sugorkina N. S. Monitoring of meadow vegetation in the floodplain of the Ugra River, *Botanicheskiy zhurnal*. 2000. T. 85, No. 12. P. 50–59.
- Fedorov Yu. A. Suhorukov V. V. Trubnik R. G. Analytical review: emission and absorption of greenhouse gases by soils. *Environmental concerns, Antropogennaya transformatsiya prirodnoy sredy*. 2021. T. 7, No. 1. P. 6–33.
- Gal'chenko V. F. Dulov L. E. Kramer B. Konova N. I. Barysheva S. V. Biogeochemical processes of methane

- cycle in soils, swamps and lakes of Western Siberia, *Mikrobiologiya*. 2008. No. 2. P. 215–225.
- Gar'kusha D. N. Tambieva N. S. Methane emission from soils of the Rostov region, *Aridnye ekosistemy*. 2011. T. 17, No. 4 (49). P. 44–52. DOI: 10.1134/s2079096111040056
- Glagolev M. V. Sabrekov A. F. Otvet A. V. II. Answer to A.V. Smagin: II. Russia's carbon balance, *Dinamika okruzhayushey srede i global'nye izmeneniya klimata*. 2014. T. 5, No. 2. P. 50–70.
- Gorohova E. A. Mihno V. B. The modern structure and transformation of the landscapes of the Kursk region, *Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 2011. No. 2. P. 17–25.
- Kudeyarov V. N. The current state of the carbon balance and the marginal ability of soils to absorb carbon in Russia, *Pochvovedenie*. 2015. No. 9. P. 1049–1060. DOI: 10.7868/S0032180X15090087
- Kurganova I. N. Gerenyu V. O. Zhiengaliev A. T. Kudeyarov V. N. Carbon budget of steppe ecosystems of Russia, *Doklady Akademii nauk*. 2019. No. 6. P. 732–735. DOI: 10.31857/s0869-56524856732-735
- Kurganova I. N. Carbon dioxide emission and balance in terrestrial ecosystems of Russia: Avtoref. dip. ... d-ra biol. nauk. M., 2010. 50 p.
- Methodological guidelines for quantifying the volume of greenhouse gas uptake. *Utverzhdeny rasporyazheniem Minprirody Rossii ot 30.06.2017 No. 20-r*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456079177?ysclid=m4ib4ayb8t817393853> (data obrascheniya: 10.10.2024).
- Mil'heev E. Yu. Seasonal dynamics of CO₂ emissions from alluvial meadow soils of the Selenga River delta, *Priroda Vnutrenney Azii*. 2023. No. 4 (26). P. 41–47. DOI: 10.18101/2542-0623-2023-4-41-47
- Nevedrov N. P. Protasova M. V. Dovidovich E. D. Kuznecova E. A. Baydak E. A. Environmental assessment of the contribution of plant root respiration and soil microbiota to CO₂ fluxes from sand podzols and sod podzols in the floodplain terraces of the Seim River, *AgroEkoInfo: Elektronnyy nauchno-proizvodstvennyy zhurnal*. 2022. No. 4. URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/4/st_407.pdf (data obrascheniya: 10.10.2024).
- Nevedrov N. P. Sarzhanov D. A., Protsenko E. P., Vasenev I. I. Seasonal Dynamics of SO₂ Emission from Soils of Kursk, *Eurasian Soil Science*. 2021. Vol. 54, No. 1. P. 80–88.
- Novikov N. N. Stepanov A. L. Pozdnyakov A. I. Lebedeva E. V. Seasonal dynamics of CO₂, CH₄, N₂O, and NO emissions from peat soils of the Yakhroma river floodplain, *Pochvovedenie*. 2007. No. 7. P. 867–874.
- Poluyanov A. V. *Flora of the Kursk region*. Kursk: Izd-vo KGU, 2005. 264 p.
- Tang X., Du J., Shi Y. et al. Global Patterns of Soil Heterotrophic Respiration – A Metaanalysis of Available Dataset, *Catena*. 2020. Vol. 191. P. 104574.