



**XXI Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием**

**БИОДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ
И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ**



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Вятский государственный университет»

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Федеральный экологический оператор»

Информационный центр по атомной энергии Кирова

Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук

**БИОДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ
ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ
СИСТЕМ**

Материалы
XXI Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

г. Киров, 15 ноября 2023 г.

Киров 2023

УДК 502.1(082)
Б632

Печатается по рекомендации Научного совета ВятГУ

Ответственный редактор:

Т. Я. Ашихмина, д-р техн. наук, профессор, зав. НИЛ биомониторинга Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук и Вятского государственного университета

Редакционная коллегия:

И. Ф. Чадин, директор, канд. биол. наук, **С. Г. Литвинец**, проректор, канд. с.-х. наук, **Л. И. Домрачева**, профессор, д-р биол. наук, **Л. В. Кондакова**, профессор, д-р биол. наук, **А. С. Олькова**, с. н. с., д-р биол. наук, **И. Г. Широких**, в. н. с., д-р биол. наук, **Т. А. Адамович**, доцент, канд. геогр. наук, **Е. В. Береснева**, профессор, канд. пед. наук, **Е. В. Дабах**, доцент, канд. биол. наук, **Г. Я. Кантор**, с. н. с., канд. техн. наук, **Е. А. Клековкина**, доцент, канд. геогр. наук, **Т. И. Кутявина**, с. н. с., канд. биол. наук, **С. В. Пестов**, доцент, канд. биол. наук, **В. В. Рутман**, м. н. с., **В. М. Рябов**, старший преподаватель, **Е. В. Рябова**, доцент, канд. биол. наук, **М. Л. Сазанова**, доцент, канд. биол. наук, **Н. В. Сырчина**, доцент, канд. хим. наук, **Е. В. Товстик**, доцент, канд. биол. наук, **А. И. Фокина**, доцент, канд. биол. наук, **С. В. Шабалкина**, доцент, канд. биол. наук.

Б632 Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. (г. Киров, 15 ноября 2023 г.). – Киров : Вятский государственный университет, 2023. – 463 с.

ISBN 978-5-98228-275-0

В книгу вошли материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем». Опубликованные работы посвящены изучению экологического состояния природных сред и объектов. Рассмотрены особенности химии и экологии почв. Представлены материалы по экологии микроорганизмов, животных и растений и методам экологического мониторинга. Особое внимание уделено применению методов биоиндикации и биотестирования в оценке качества окружающей среды.

Материалы конференции предназначены для научных работников, преподавателей, специалистов природоохранных служб и ведомств, аспирантов, студентов высших учебных заведений.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Конференция проводится в рамках Программы развития ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» и Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук.

УДК 502.1(082)

ISBN 978-5-98228-275-0

© Вятский государственный университет
(ВятГУ), 2023

4. Разработка нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах для земель лесного фонда Республики Татарстан / А. М. Петров, Э. Р. Зайнулгабидинов, Р. Р. Шагидуллин, Д. В. Иванов, Т. В. Кузнецова, Л. К. Каримуллин // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 20. С. 265–270.

ВЫДЕЛЕНИЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВ ХВОЙНЫХ ЭКОСИСТЕМ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

М. А. Кузнецов, А. Ф. Осипов

*Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук,
kuznetsov_ma@ib.komisc.ru*

В статье представлены данные, позволяющие оценить вклад летних месяцев в сезонную динамику эмиссии диоксида углерода с поверхности почвы старовозрастных хвойных сообществ средней тайги. Отмечено отсутствие различий в интенсивности выделения CO_2 между июлем и августом в ельнике и постепенный рост динамики дыхания в сосняке. Выявлена положительная корреляция с температурой почвы и отрицательная с влажностью почвы.

Ключевые слова: эмиссия CO_2 , ельник, сосняк, температура и влажность почвы

Почва является одновременно природным источником, стоком и резервуаром углерода. Диоксид углерода в почве образуется в результате микробной деструкции почвенного органического вещества, дыхания корней и почвенных беспозвоночных. Основные абиотические механизмы внутрисочвенного связывания CO_2 – это растворение, сорбция, выпадение карбонатов, заземление в микропорах. На эмиссию диоксида углерода из почвы оказывает влияние климат, тип леса и почвы. Общая эмиссия CO_2 изменчива и динамична, поэтому необходимы ее региональные исследования [1, 2].

Цель исследования – оценка эмиссии диоксида углерода с поверхности почвы в летние месяцы в среднетаежных сосняке сфагновом и ельнике разнотравно-черничном.

Объекты исследования: ельник разнотравно-черничный на типичной подзолистой почве и сосняк сфагновый на торфянисто-подзолисто-глееватой иллювиально-железистой почве. Данные фитоценозы произрастают на тестовом полигоне «Ляльский», расположенном в подзоне средней тайги Республики Коми. Измерение потоков диоксида углерода с поверхности почвы проводили при помощи инфракрасного газового анализатора LICOR 8100 с почвенной камерой 20 см в течение летних месяцев 2023 г. Камера устанавливалась на стационарные пластиковые кольца площадью 318 см^2 в пятикратной повторности. Лесная подстилка сохранялась, надземные побеги растений срезались. Время измерения составляло 2 мин, время стабилизации (возврат со-

става воздуха к условиям, предшествующим измерению) – 2 мин. Смена циклов измерения осуществляется в автоматическом режиме и задается настройками прибора перед началом работы. Измерения проводились два раза в месяц, а общее количество определений скорости потока CO_2 достигло 240, которые распределены поровну между объектами мониторинга. Одновременно измерялись температура почвы (на глубине 10 см) и влажность почвы (в слое 0–5 см) датчиками, входящими в комплектацию прибора. Рассчитаны средние величины и ошибка средней. Для парных сравнений применялся t-критерий Стьюдента (p_t).

Эмиссия CO_2 с поверхности типичной подзолистой почвы ельника в июне изменялась от 1,5 до 5,3 гС/(м²сут) со средним значением $2,9 \pm 0,2$ гС/(м²сут). В июле скорость потока диоксида углерода варьировала от 3,5 до 9,6 гС/(м²сут), в августе – от 2,6 до 11,6 гС/(м²сут), а средние значения составили $5,2 \pm 0,3$ и $5,4 \pm 0,4$ гС/(м²сут), соответственно. Следует отметить отсутствие различий в интенсивности выделения CO_2 между июлем и августом ($p_t = 0,999$), тогда как в июне она была значимо ниже ($p_t < 0,001$). Для данных, полученных в летние месяцы, выявлена положительная, статистически достоверная взаимосвязь между эмиссией CO_2 с поверхности почвы и ее температурой на глубине 10 см ($R^2 = 0,28$, $p < 0,001$), тогда как корреляция с влажностью почвы в слое 0–5 см отрицательная ($R^2 = 0,09$, $p = 0,001$).

Динамика дыхания торфянисто-подзолисто-глеевой иллювиально-железистой почвы сосняка сфагнового с июня по август характеризовалась постепенным ростом от 2,8 до 6,8 гС/(м²сут). Максимальная среднемесячная скорость эмиссии отмечена в августе ($p_t < 0,05$). Коэффициенты вариации среднемесячных значений потока CO_2 изменялись от 23 до 52%, с более высокими величинами в августе. Взаимосвязь выделения диоксида углерода с поверхности почвы сосняка с ее температурой и влажностью статистически значима. Однако, корреляция с температурой почвы на глубине 10 см положительная ($R^2 = 0,47$, $p < 0,001$), а с влажностью в слое 0–5 см – отрицательная ($R^2 = 0,12$, $p < 0,001$).

В настоящее время продолжается мониторинг эмиссии CO_2 с поверхности почвы ельника и сосняка на модельном полигоне «Ляльский». Полученные результаты в дальнейшем послужат для оценки выделения CO_2 в атмосферу с поверхности почвы хвойных сообществ в течение бесснежного (май–октябрь) периода.

Работа выполнена в рамках реализации инновационного проекта государственного значения «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6).

Библиографический список

1. Осипов А. Ф., Кузнецов М. А. Эмиссия диоксида углерода в лесных экосистемах хвойных лесов средней тайги // Углерод в лесных и болотных экосистемах особо охраняемых природных территории Республики Коми. Сыктывкар, 2014. С. 79–93.
2. Temperature sensitivity of soil respiration in two temperate forest ecosystems: the synthesis of a 24-year continuous observation / I. Kurganova, V. Lopes de Gerenyu, D. Khoroshaev, T. Myakshina, D. Sapronov, V. Zhmurin // Forests. 2022. Vol. 13. P. 1374 . doi: 10.3390/f13091374

РАЗРАБОТКА ПРИБОРНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА БАЗЕ ARDUINO ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ПОЧВАХ И ПОЧВОГРУНТАХ

*А. В. Фролова¹, А. Ю. Тоцкая¹, А. В. Маршева¹,
О. Г. Радугина¹, Д. Б. Петренко^{1,2}*

¹ Государственный университет просвещения,
² ФГБУН Геологический институт РАН, *dbpetrenko@yandex.ru*

Данная статья посвящена разработке прототипа приборно-методического обеспечения на основе платформы Arduino для определения содержания азота, фосфора и калия в почвах и почвогрунтах. Использование современных технологий, таких как Arduino, позволяет значительно упростить процесс измерения и анализа химического состава почвы.

Ключевые слова: Arduino, элементы питания растений, почвогрунты, потенциометрия, фотометрия.

Качество почв и почвогрунтов, применяемых в сельском хозяйстве, садово-парковом комплексе и для ремедиации техногенно-нарушенных территорий в первую очередь определяется обеспеченностью их важнейшими элементами питания - азотом, фосфором и калием (NPK). Контроль содержания этих элементов в условиях крупных агропромышленных хозяйств проводится систематически с применением утвержденных в различных нормативных документах методик и специализированного приборного обеспечения [1]. Однако в условиях частных приусадебных хозяйств и учебных лабораторий существующие разработки профессионального уровня малоприменимы, поскольку сложны в реализации, требуют сравнительно высокой квалификации пользователя и применения дорогостоящего оборудования.

В этой связи весьма актуальной представляется разработка приборов и методик определения NPK, ориентированных на непрофессиональных пользователей. Для разработки приборного оснащения в рамках настоящей работы предлагается использование устройств на базе платформы Arduino, достоинствами которой является простота работы, низкая стоимость и возможность конструирования самых разнообразных устройств для решения конкретных задач. Что касается методического обеспечения, то для получения достовер-