

---

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОЧВЕННОЙ ЭМИССИИ N<sub>2</sub>O НА ЛЕСНОМ УЧАСТКЕ ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ПЕТРОВСКО-РАЗУМОВСКОЕ»\*

М.В. Тихонова<sup>2</sup>, А.С. Епихина<sup>1,3</sup>, М.М. Визирская<sup>2</sup>,  
И.И. Васенев<sup>2</sup>, Валентини Риккардо<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Кафедра ландшафтной архитектуры и дизайна  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

<sup>2</sup>Кафедра экологии  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127550

<sup>3</sup>Лаборатория агроэкологического мониторинга,  
моделирования и прогнозирования экосистем  
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127550

<sup>4</sup>Университет Тусция  
Виа Дель Парадис, 47, Витербо, Италия, 73100

В статье говорится о проблеме парникового эффекта и воздействии глобального изменения климата на экологическую обстановку в современном мегаполисе на примере Москвы. Рассматривается один из наименее изученных парниковых газов — оксид азота (I), исследования которого проводились на территории ЛОД РГАУ-МСХА имени Тимирязева с мая по сентябрь 2013 г.

**Ключевые слова:** закись азота, углекислый газ, парниковые газы, «парниковый эффект», урбозакислоты, функциональное зонирование, урбанизация, глобальное изменение климата, пространственно-временная изменчивость, лесной массив.

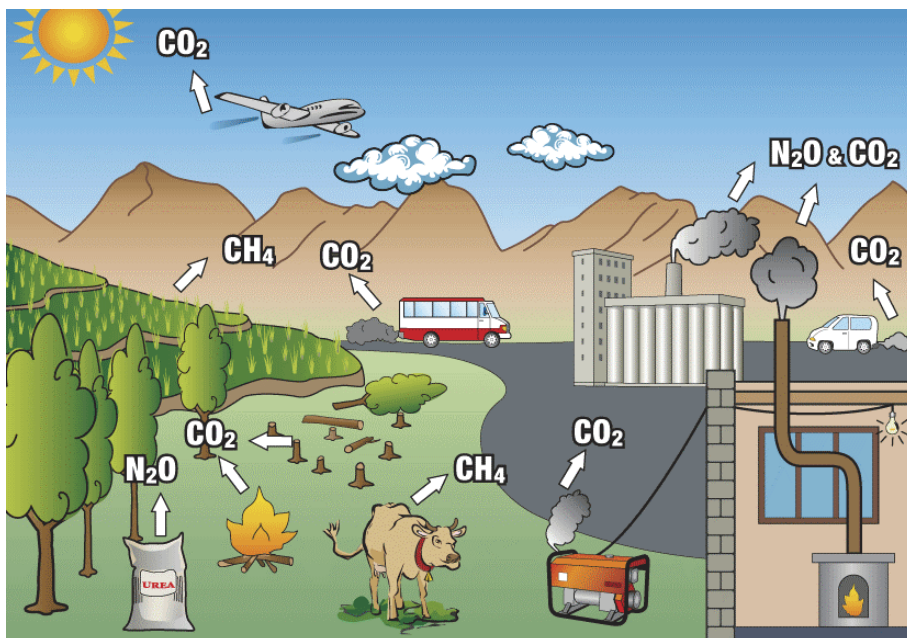
**Введение.** Одной из основных проблем современной экологии являются глобальные изменения климата и биоты, во многом определяемые уровнем современной и прогнозируемой эмиссии парниковых газов.

К наиболее распространенным и потенциально регулируемым парниковым газам относятся: углекислый газ (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>) и оксид азота (I) (N<sub>2</sub>O), часто называемый закисью азота. Эти газы составляют сотые доли объема атмосферы, однако и этого достаточно, чтобы создать «парниковый эффект», усиливающийся по мере увеличения их антропогенных выбросов и концентраций в атмосфере (рис. 1).

Помимо аномального роста абсолютных значений средней глобальной температуры (за последнее столетие среднегодовая температура выросла на 0,74 °С), весьма существенным фактом является резкое увеличение скорости ее роста, коррелирующее с экспоненциальным ростом концентрации основных парниковых газов за последнее столетие — при его рассмотрении в масштабе голоцена [1].

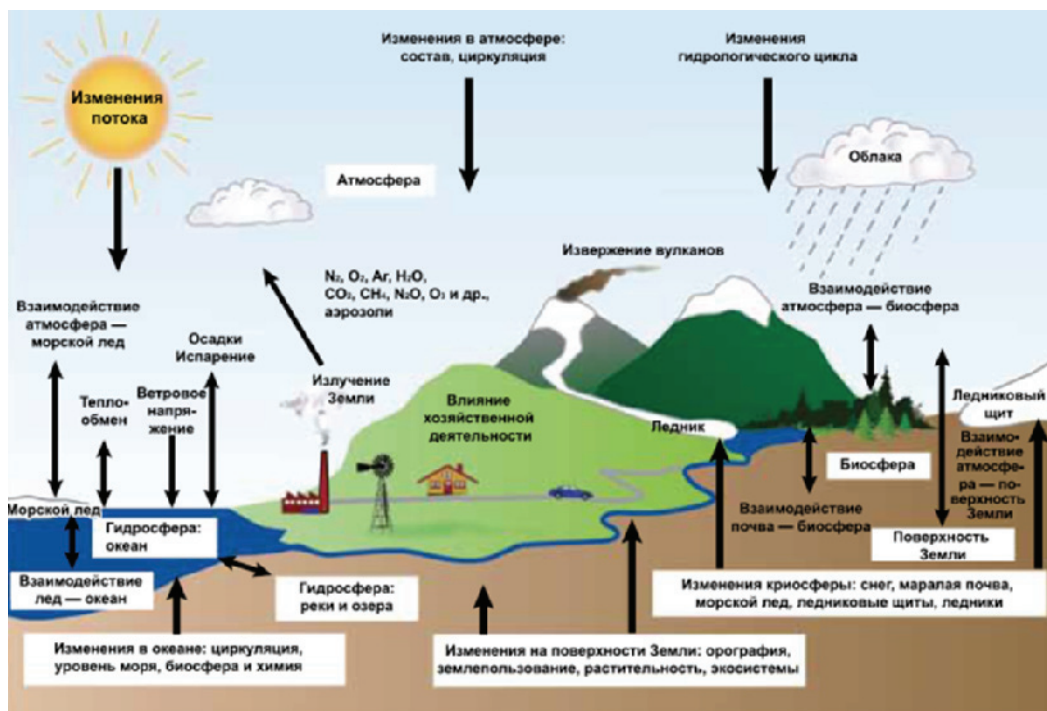
---

\* Работа выполнена при поддержке гранта правительства РФ № 11.G34.31.0079 и гранта РФФИ № 11-04-01376.



**Рис. 1.** Основные виды и источники парниковых газов

Острота проблемы глобального изменения климата заключается не только в потеплении, но и в разбалансировке и дестабилизации планетарной климатической системы (рис. 2).



**Рис. 2.** Эмиссия парниковых газов в рамках планетарной климатической системы

На долговременный процесс естественной эволюции глобального климата накладываются все более ощутимые изменения в климатической системе, вызванные антропогенными изменениями агро- и урбоэкосистем [2—5].

Загрязняющие вещества, выброшенные в атмосферу в виде газов или аэрозолей, затем могут включаться в биосферный круговорот составляющих их элементов (прежде всего С и N), что приводит к секвестированию их запасов в атмосфере.

Дополнительное антропогенное поступление углекислого газа и закиси азота в атмосферу может компенсироваться в результате его биотической регуляции, осуществляемой экологическими системами биосферы (например, поглощаться лесами). Но вследствие нарушений структуры биоты суши и в целом глобального биохимического цикла углерода эта избыточная антропогенная часть углекислого газа в атмосфере постоянно возрастает.

Основная часть проводимых в мире исследований парниковых газов направлена на изучение  $\text{CO}_2$ , в пересчете на него приводят сравнительную оценку активности других парниковых газов, по нему принято считать квоты, потому что он наиболее распространен и более доступен для изучения.

Среди потенциально регулируемых парниковых газов наименее изученным остается оксид азота (I)  $\text{N}_2\text{O}$  в связи с несовершенством методической и инструментальной баз для его мониторинга. Удельная эмиссия  $\text{N}_2\text{O}$  по сравнению с другими газами относительно невелика, но его удельное влияние на проявление парникового эффекта гораздо выше, поскольку парниковая активность оксида азота (I) в 298 раз выше, чем у углекислого газа, и характерное время его существования в атмосфере составляет 120 лет.

При сохранении современных темпов роста содержания парниковых газов в атмосфере удвоение их концентрации может произойти уже к середине XXI столетия, что приведет к повышению среднегодовой температуры планеты, по разным сценариям, на 1—3,5 °С. Изменения эмиссии, вызванные естественными источниками  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  (болота, водные экосистемы, океан, животные и др.), относительно невелики. За последние 10 тыс. лет природные изменения эмиссии этих газов составили, соответственно, 25 и 3%, что гораздо меньше резкого роста их эмиссии в период резкой активизации техногенной и агрогенной деятельности человека за последние 250 лет, когда концентрация  $\text{CH}_4$  возросла в 2,5 раза, а  $\text{N}_2\text{O}$  — на 20% [6].

Основным природным каркасом крупных городов и особенно мегаполисов являются лесные экосистемы. Воздействие климатических изменений на города очевидны. Городские лесные массивы в наибольшей степени подвергаются влиянию «парникового эффекта». Существует и обратное влияние леса на локальный и региональный климат. Например, наличие леса изменяет отражающие свойства земной поверхности, тем самым изменяя количество тепла, поглощаемое поверхностью в светлое время суток. Лес влияет на гидрологический режим территории и испаряемость, делая климат региона или местного ландшафта более мягким и влажным. В лесу дольше задерживается снежный покров, сглаживая весенние скачки температуры и снижая риски весеннего половодья.

Экологические особенности функционирования городских систем ярко выражены в Москве — крупнейшем мегаполисе Европы, с численностью населения

более 11 млн человек. По экологической обстановке Москва входит в десятку самых загрязненных столиц Европы, но при этом имеет довольно развитый природоохранный каркас. Общая площадь лесных насаждений составляет 5787 га, или 19% городской территории. На каждого москвича приходится примерно 32,1 м<sup>2</sup> озелененных площадей. Этот показатель довольно высокий по сравнению с другими крупными городами мира, так например на одного жителя в Нью-Йорке приходится всего 8,6 м<sup>2</sup> зеленых насаждений. На территории Москвы имеется 119 особо охраняемых природных территорий. Все это делает территорию Москвы интересным объектом для проведения разноплановых экологических исследований [7; 8].

В отношении фонового экологического мониторинга особый интерес представляет Лесная опытная дача (ЛОД) РГАУ—МСХА имени К.А. Тимирязева, расположенная в Северном административном округе г. Москвы и являющаяся особо охраняемой природной территорией в составе комплексного природного заказника «Петровско-Разумовское». Лесная опытная дача — современный учебно-научный центр с богатыми традициями, в котором были разработаны многие теоретические вопросы лесоводства России, «живая» лаборатория, где проходят практику студенты. Ее площадь — почти 250 гектаров, 20 из которых выделено специально для отдыха москвичей. Недавно была обустроена «Тропа юного лесовода», где опытные экскурсоводы рассказывают интересные исторические факты о лесопарковой территории, об экологической роли лесных экосистем в условиях мегаполиса, о растениях, произрастающих в заказнике и его лесных обитателях, многие из которых внесены в «Красную книгу».

#### **Объекты и методы.**

**Объекты.** На ЛОД проводятся многолетние мониторинговые исследования потоков парниковых газов в представительных позициях ландшафта этого типичного для северной части Москвы объекта лесных умеренно антропогенно измененных экосистем (рис. 3, табл. 1).

В настоящее время лесонасаждения ЛОД состоят из древостоев естественного и искусственного происхождения, представленных почти в равных соотношениях (в долях лесопокрытой площади 52 : 48). Преобладающая порода — сосна (34% лесопокрытой площади). Средний возраст древостоя около 100 лет [9].

ЛОД относится к немногочисленным объектам природоохранной инфраструктуры города, в которых сохранился естественный почвенный покров, с преобладанием дерново-подзолистых почв с различным уровнем развития органогенного, гумусово-аккумулятивного, подзолистого и переходных горизонтов с разной степенью гидроморфизма и оглеения [10; 11]. Значительная пространственная неоднородность и естественное происхождение делают почвы ЛОД интересным фоновым объектом для почвенно-экологического мониторинга Москвы.

Мониторинговые исследования проводятся на 15 ключевых участках, расположенных по линии трансекты, вытянутой с Северо-Востока на Юго-Запад, на пяти представительных элементах ландшафта: подошва и средняя часть прямого короткого слабопокатого склона СВ экспозиции (ПСВ и ССВ) — выположенная верхняя часть небольшого моренного холма (ВМХ) — средняя часть и подошва пологого слабовогнутого склона повышенной длинны ЮЗ экспозиции (СЮЗ и ПЮЗ) (табл. 1).

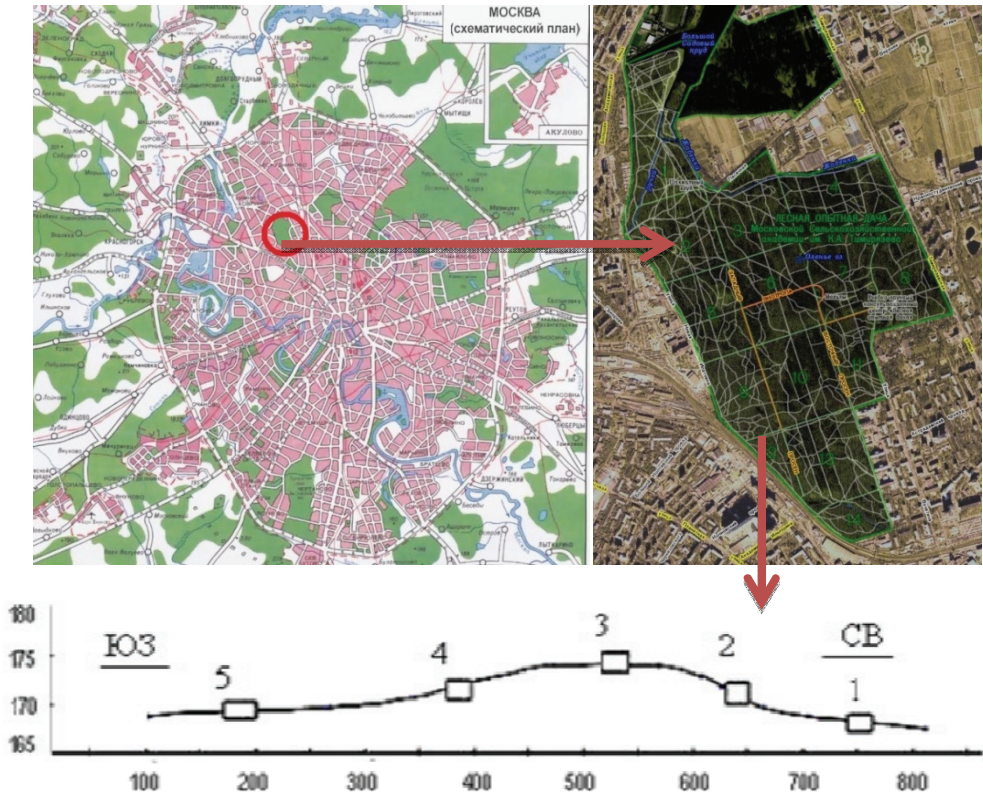


Рис. 3. Расположение объектов исследований и карта заложения участков на ЛОД

Таблица 1

**Краткая характеристика ключевых участков мониторинговых исследований на территории Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА**

| Ключевой участок | Позиция в мезорельефе                    | Тип леса                                | Почва   |
|------------------|--|---|---|
| 1 — ПСВ          | Подшва склона СВ экспозиции              | Сосняк будро-щитовниковый               | Дерново-подзолистая глееватая легкосуглинистая типичная ненасыщенная неглубокоосветленная на покровном суглинке, подстилаемом мореной |
| 2 — ССВ          | Склон СВ экспозиции                      | Липняк сложный осоково-щитовниковый     | Дерново-палево-подзолистая легкосуглинистая оглеенная ненасыщенная неглубокоосветленная на покровном суглинке, подстилаемом мореной   |
| 3 — В            | Верхняя часть небольшого моренного холма | Дубняк с липой сложный будрокопытеневый | Дерново-палево-подзолистая легкосуглинистая ненасыщенная глубокоосветленная на покровном суглинке, подстилаемом мореной               |
| 4 — СЮЗ          | Склон ЮЗ экспозиции                      | Сосняк разнотравно-осоковый             | Дерново-подзолистая глееватая легкосуглинистая типичная ненасыщенная неглубокоосветленная на покровном суглинке, подстилаемом мореной |
| 5 — ПЮЗ          | Подшва склона ЮЗ экспозиции              | Сосняк щитовниково-осоковый             | Перегноино-подзолисто-глеевая легкосуглинистая типичная ненасыщенная неглубокоосветленная на покровном суглинке, подстилаемом мореной |

Каждый элемент ландшафта характеризуется одним участком фонового экологического мониторинга (отражающим фоновое разнообразие исследуемого ландшафта с минимальным уровнем антропогенной нагрузки) и двумя участками, сопоставимыми с фоновым по ландшафтно-почвенным условиям, но отличающимися от него средней и сильной степенью рекреационной нагрузки.

**Методы.** Мониторинговые наблюдения включают подекадные измерения почвенной эмиссии  $N_2O$  и режимных параметров почв (температура, влажность) на протяжении 4 месяцев, с июня по сентябрь 2013 г.

Измерение эмиссии  $N_2O$  из почв проводится методом экспозиционных камер (рис. 4) с дальнейшим анализом на газовом хроматографе.



**Рис. 4.** Инструментальное обеспечение мониторинговых измерений:  
экспозиционная камера и шприц для отбора проб (А),  
влагомер и почвенный термометр (Б)

Экспозиционные камеры устанавливаются на врезанные в почву основания (впятикратной повторности). Пробы отбирают сразу после установки камеры с помощью шприца в специальные стеклянные, герметично закупоренные виалы, и затем с промежутком 30 и 60 минут после начала экспозиции. Измерения влажности и температуры почвы проводятся при помощи влагомера DELTA-T и почвенного термометра Checktemp вблизи экспозиционной камеры, с трех сторон, для выведения их средних значений.

Дополнительно проводили детальное картирование растительности, почв и рекреационной антропогенной нагрузки.

**Результаты и обсуждения.** Проведенные исследования выявили значительную сезонную динамику и пространственную изменчивость почвенной эмиссии/стока  $N_2O$  и влияющих на них режимных параметров исследуемых дерново-(болотно-)подзолистых почв (рис. 5 и 6).

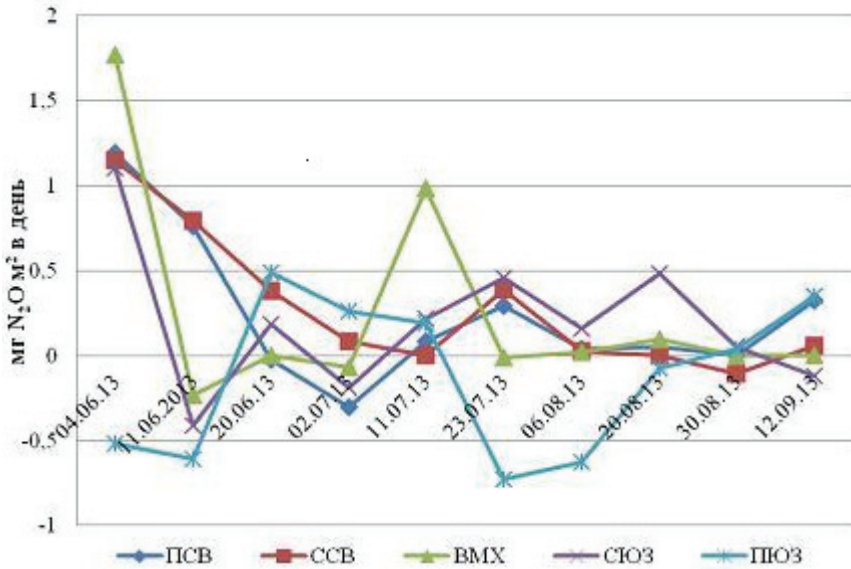


Рис. 5. Сезонная динамика почвенной эмиссии N<sub>2</sub>O на ключевых участках почвенно-экологического мониторинга Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА

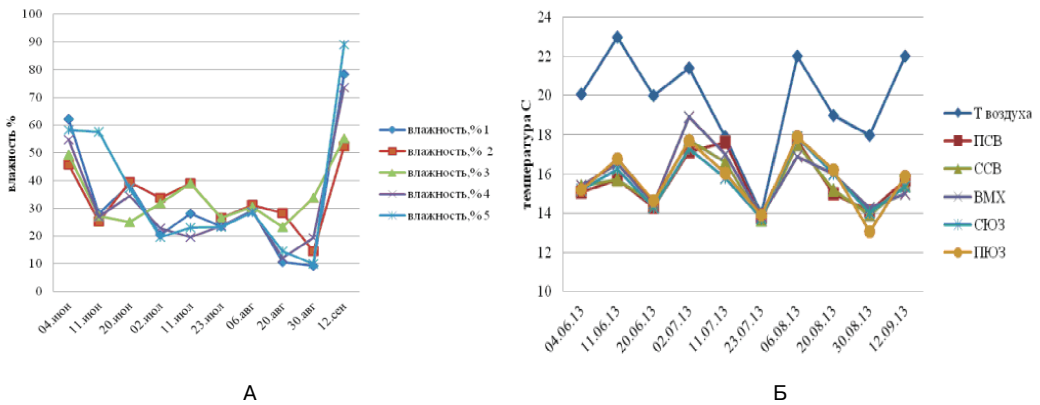


Рис. 6. Графики влажности (А), температуры почвы и температуры воздуха ( Б)

На протяжении всего периода измерений температура воздуха колебалась от 14 °С до 24 °С, на ключевых участках особых различий в температуре воздуха не было (коэффициент вариации  $V = 0,23\%$ ), так как древесная растительность на всех участках в основную часть лета имеет примерно одинаковые плотные кроны. Температура почвы изменялась, в зависимости от температуры воздуха, от 13 °С до 18,9 °С (рис. 6).

Максимальные значения температура почвы отмечены 2 июля, минимальные — 11 июня. По ключевым участкам различия в температуре были не значительными, примерно 0,7—1,0 °С, что может говорить о примерно одинаковом прогревании всех исследуемых участков. Влажность почвы существенно варьирует в зависимости как от количества осадков за сезон, так и от рельефа ключе-

вых участков. Почвы на пологом слабовогнутом склоне повышенной длины наиболее холодные и влажные, что уже отмечалось и при их предыдущих мониторинговых исследованиях [10].

Начало июня характеризуется максимальным уровнем эмиссии  $N_2O$  в четырех из пяти ландшафтных вариантах исследуемых ключевых участков. Единственное исключение составляет болотно-подзолистая почва на устойчиво увлажненной подошве пологого слабовогнутого склона повышенной длины (ПЮЗ) с сосняком щитовниково-осоковым, для которой в это время и большую часть исследуемого сезона характерна не эмиссия, а сток  $N_2O$  на уровне  $-0,5$  мг/м<sup>2</sup> в день. Максимальной эмиссией (более 1,7 мг/м<sup>2</sup> день) выделяется наиболее дренированная дерново-палево-подзолистая почва верхней части небольшого моренного холма с неморальным дубняком сложным будро-копытеневым (рис. 5).

Этот период характеризуется высоким уровнем влажности верхних почвенных горизонтов (от 45 до 60%) при уже значительном уровне их прогревания (около 15 °С) и устойчивой температуре воздуха около 20 °С.

Уже через неделю отмечается резкое (практически двукратное) снижение влажности верхних горизонтов всех исследуемых дерново-подзолистых почв и одновременно с этим резкое снижение почвенной эмиссии закиси азота. В дерново-подзолистых почвах средней части и подошвы прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ССВ и ПСВ) она падает в полтора раза. А в дерново-подзолистых почвах верхней части небольшого моренного холма и средней части пологого слабовогнутого склона повышенной длины ЮЗ экспозиции она даже сменяется на сток ( $-0,2$  и  $-0,4$  мг/м<sup>2</sup> в день).

Влажность верхних горизонтов и сток  $N_2O$  в болотно-подзолистой почве на подошве пологого слабовогнутого склона повышенной длины (ПЮЗ) сохраняются практически на прежнем уровне (около 60% и  $-0,6$  мг/м<sup>2</sup> в день), диагностируя ее существенное отличие от исследуемых дерново-подзолистых почв.

В середине июня отмечается локальный рост влажности в склоновых вариантах исследуемых дерново-подзолистых почв (на 10—15%) и качественное снижение влажности в болотно-подзолистой почве на подошвесклоне (на 20%) при существенном снижении температуры воздуха и почвы (на 3 °С). На этом фоне наблюдается значительная пространственная конвергенция направления и уровня результирующих суточных потоков  $N_2O$  в диапазоне от 0 до 0,5 мг/м<sup>2</sup> в день.

Этот сравнительно небольшой диапазон пространственного варьирования потоков закиси азота в фоновых городских почвах ЛОД (максимальный, в начале июня, превышает 2 мг/м<sup>2</sup> день) сохраняется до начала июля, следуя общему для большинства исследуемых почв декадному тренду снижения эмиссии  $N_2O$  примерно на 0,2 мг/м<sup>2</sup> в день. При этом три участка из пяти попадают в зону доминирующего стока  $N_2O$  при средневзвешенной оценке его потоков для территории ЛОД около 0 мг/м<sup>2</sup> в день.

Июль 2013 г. характеризовался повышенной динамикой температуры воздуха (от 22 °С до 14 °С) и почв (от 19 °С до 14 °С), постепенной конвергенцией к концу



месяца влажности верхних горизонтов всех исследуемых почв от исходного диапазона варьирования в 20% (20—40% влажности) до 3% (27—30%).

На этом фоне отмечается повышенная внутрисезонная динамика потоков  $N_2O$ : 1,7 мг/м<sup>2</sup> в день для почв Лесной Опытной Дачи и до 1 мг/м<sup>2</sup> в день для почв одного ключевого участка. Максимальная динамика характерна для контрастных вариантов дерново-подзолистых почв верхней части небольшого моренного холма и болотно-подзолистых почв на подошве пологого слабовогнутого склона повышенной длины. В болотно-подзолистой почве наблюдаются максимальные значения стока: -0,7 мг/м<sup>2</sup> в день — которые затем устойчиво сохраняются вплоть до середины августа.

Август характеризуется повышенным фоном температуры воздуха и почвы с общим трендом их постепенного снижения к концу лета на 4—5 °С. Влажность большинства почв при этом постепенно также понижается с 27—30% до 10—20%. Единственное исключение составляют дерново-палево-подзолистые почвы с неморальным дубняком, существенно снижающим свою транспирацию в конце августа. Результатом является поэтапная конвергенция наблюдаемых на ключевых участках результирующих потоков  $N_2O$  с диапазоном варьирования между ними в 0,6 мг/м<sup>2</sup> в день. Максимальные различия сохраняются на участках пологого слабовогнутого склона повышенной длины. На трех остальных участках основную часть августа сохраняется высокая сбалансированность потоков  $N_2O$  со среднесуточными значениями их результирующих около 0 (0,1 — -0,1) мг/м<sup>2</sup> в день.

В начале сентября с резким (2—4-кратным) ростом влажности верхних почвенных горизонтов и сохранением повышенных значений температуры воздуха и почв (рис. 6) наблюдается некоторая дивергенция потоков  $N_2O$  (рис. 5) с преобладанием на территории ЛОД результирующих потоков почвенной эмиссии закиси азота.

**Заключение.** Проведенные исследования показали значительную пространственно-временную изменчивость почвенной эмиссии  $N_2O$ . Основными факторами временной динамики являются уровень влажности и температуры верхних почвенных горизонтов, наличие в них легко разлагаемого органического вещества, что определяет максимальную результирующую эмиссию  $N_2O$  исследуемых дерново-подзолистых почв в начале июня 2013 г.

Основными факторами пространственного варьирования потоков  $N_2O$  являются форма мезорельефа, тип почвы и обусловленные ими характер увлажнения и органического вещества верхних почвенных горизонтов. Дерново-подзолистые почвы с гумусово-аккумулятивными горизонтами характеризуются доминированием результирующей эмиссии  $N_2O$  с небольшими периодами доминирования стока. Болотно-подзолистая (перегнойно-подзолисто-глееватая) почва отличается выраженным доминированием стока  $N_2O$  с месячным периодом доминирующей эмиссии во второй половине июня-первой половине июля.

Таким образом, почвенный покров характерного для северной части Москвы лесного массива ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева является источником поступления  $N_2O$  в летний период функционирования с начала июня по середину сентября. Необходима организация круглогодичных наблюдений за почвенными потоками  $N_2O$  с анализом их годичной результирующей и сезонных балансов  $N_2O$ , средневзвешенных по результатам мониторинга в основных вариантах ландшафтов лесных массивов и зеленых насаждений мегаполиса.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Валентини Р., Курбатова Ю.А., Васенев И.И.* Информационно-методическое методическое обеспечение регионального мониторинга парниковых газов // Доклады ТСХА. — 2012. — Вып. 284. — Ч. 1. — С. 212—215.
- [2] *Агроэкология. Методология, технология, экономика / Под ред. В.А. Черникова и А.И. Черкеса.* — М.: Колос, 2004.
- [3] *Васенев В.И., Валентини Р., Васенев И.И.* Региональные особенности эмиссии  $CO_2$  и антропогенной динамики запасов углерода в почвах представительных урбоэкосистем Москвы и Московской области // Доклады ТСХА. — 2012. — Вып. 284. — Ч. 1. — С. 215—218.
- [4] *Pickett T.A., Cadenasso M.L., Grove J.M., Boone C.G., Groffman P.M., Irwin E., Kaushal S.S., Marshall V., McGrath B.P., Nilon C.H., Pouyat R.V., Szlavecz K., Troy A., Warren P.* Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress // *J. of Environmental Management.* — 2011. — V. 92. — P. 331—362.
- [5] *Lorenz K., Lal R.* Biogeochemical C and N cycles in urban soils // *Environment International.* — 2009. — V. 35. — P. 1—8.
- [6] Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. — Т. 1. — М.: Росгидромет, 2009. URL: <http://climate2008.igce.ru>.
- [7] *Бочин Л.А. и др.* Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2009 г. — М.: Типография ООО «Доминико», 2010.
- [8] *Кульбачевский А.О. и др.* Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2010 г. — М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, 2011.
- [9] *Лесная Опытная Дача РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Под ред. В.Д. Наумова и А.Н. Полякова.* — М.: РГАУ-МСХА, 2009.
- [10] *Васенев И.И., Наумов В.Д., Раскатова Т.В.* Структурно-функциональная организация почвенно-экологического мониторинга Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА // *Известия ТСХА.* — 2007. — № 4. — С. 29—44.
- [11] *Васенев И.И., Раскатова Т.В.* Пространственно-временная изменчивость основных параметров фонового экологического мониторинга дерново-подзолистых почв Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА // *Вестник МарГТУ. Серия «Лес. Экология. Природопользование».* — 2009. — № 2. — С. 83—92.
- [12] *Vasenev I.I., Vizirskaya M.M., Vasenev V.I., Valentini R., Raskatova T.V.* Comparative analysis of principal factors of spatial-temporal variability of  $CO_2$  emission from Moscow urban soils with various levels of anthropogenic impact // *Izvestia of Timiryazev Agricultural Academy.* — 2012. — Special Issue. — P. 43—54.
- [13] *Епихина А.С., Визирская М.М., Васенев В.И., Мазиров И.М., Васенев И.И., Риккардо В.* Инновационные методы мониторинга парниковых газов представительных ландшафтов мегаполиса // *Вестник РУДН. Серия «Агрономия и животноводство».* — 2012. — № 5.

## ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SOIL N<sub>2</sub>O FLUXES SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY ON THE FOREST PLOT OF THE NATURE RESERVE «PETROVSKO-RAZUMOVSKOE»

M.V. Tihoknova<sup>2</sup>, A.S. Epikhina<sup>1,3</sup>, M.M. Vizirskaya<sup>2</sup>,  
I.I. Vasenev<sup>2</sup>, Valentini Ricardo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of landscape architecture and design  
Russian People's Friendship University  
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

<sup>2</sup>Russian State Agrarian University — MTAA named after K.A. Timiryazev  
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550

<sup>3</sup>Laboratory of agroecological monitoring, modeling  
and prediction of ecosystems  
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550

<sup>4</sup>Tuscia University  
47, Via del Paradise, Viterbo, Italy, 73100

In article deal with the problem of greenhouse effect and the influence of global climate change on environmental condition of modern megalopolis, on the example of Moscow. The research are focused on nitrogen oxide (I), which is one of the least studied greenhouse gases. Research were carried out in the territory of Forest Experimental Station RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev since May till September, 2013.

**Key words:** nitrous oxide, carbon dioxide, greenhouse gases, «greenhouse effect», urboehkosistemy, functional zoning, urbanization, global climate change, spatial temporal variability, forest.

### REFERENCES

- [1] Valentini R., Kurbatova Ju. A., Vasenev I.I. Informacionno-metodicheskoe metodicheskoe obespechenie regional'nogo monitoringa parnikovyh gazov // Doklady TSHA. — 2012. — Vyp. 284. — Ch. 1. — S. 212—215.
- [2] Agrojekologija. Metodologija, tehnologija, jekonomika / Pod red. V.A. Chernikova i A.I. Cherkesa. — M.: Kolos, 2004.
- [3] Vasenev V.I., Valentini R., Vasenev I.I. Regional'nye osobennosti jemissii SO<sub>2</sub> i antropogennoj dinamiki zapasov ugleroda v pochvah predstavitel'nyh urbojekosistem Moskvy i Moskovskoj oblasti // Doklady TSHA. — 2012. — Vyp. 284. — Ch. 1. — S. 215—218.
- [4] Pickett T.A., Cadenasso M.L., Grove J.M., Boone C.G., Groffman P.M., Irwin E., Kaushal S.S., Marshall V., McGrath B.P., Nilon C.H., Pouyat R.V., Szlavecz K., Troy A., Warren P. Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress // J. of Environmental Management. — 2011. — V. 92. — P. 331—362.
- [5] Lorenz K., Lal R. Biogeochemical C and N cycles in urban soils // Environment International. — 2009. — V. 35. — P. 1—8.
- [6] Ochenochnyj doklad ob izmenenijah klimata i ih posledstvijah na territorii Rossijskoj Federacii. — T. 1. — M.: Rosgidromet, 2009. URL: <http://climate2008.igce.ru>.
- [7] Bochin L.A. i dr. Doklad o sostojanii okruzhajushhej sredy v gorode Moskve v 2009 g. — M.: Tipografija OOO «Dominiko», 2010.
- [8] Kul'bachevskij A.O. i dr. Doklad o sostojanii okruzhajushhej sredy v gorode Moskve v 2010 g. — M.: Departament prirodnopol'zovanija i ohrany okruzhajushhej sredy goroda Moskvy, 2011.

- [9] Lesnaja Opytnaja Dachа RGAU-MSHA imeni K.A. Timirjazeva / Pod red. V.D. Naumova i A.N. Poljakova. — M.: RGAU-MSHA, 2009.
- [10] *Vasenev I.I., Naumov V.D., Raskatova T.V.* Strukturno-funkcional'naja organizacija pochvenno-jekologicheskogo monitoringa Lesnoj Opytnoj Dachy RGAU-MSHA // *Izvestija TSHA*. — 2007. — № 4. — S. 29—44.
- [11] *Vasenev I.I., Raskatova T.V.* Prostranstvenno-vremennaja izmenchivost' osnovnyh parametrov fonovogo jekologicheskogo monitoringa demovo-podzolistyh pochv Lesnoj opytnoj dachi RGAU-MSHA // *Vestnik MarGTU. Serija «Les. Jekologija. Prirodopol'zovanie»*. — 2009. — № 2. — S. 83—92.
- [12] *Vasenev I.I., Vizirskaya M.M., Vasenev V.I., Valentini R., Raskatova T.V.* Comparative analysis of principal factors of spatial-temporal variability of CO<sub>2</sub> emission from Moscow urban soils with various levels of anthropogenic impact // *Izvestia of Timiryazev Agricultural Academy*. — 2012. — Special Issue. — P. 43—54.
- [13] *Ephina A.S., Vizirskaja M.M., Vasenev V.I., Mazirov I.M., Vasenev I.I., Rikkardo V.* Innovacionnye metody monitoringa parnikovyh gazov predstavitel'nyh landshaftov megapolisa // *Vestnik RUDN. Serija «Agronomija i zhivotnovodstvo»*. — 2012. — № 5.