
ОПЫТ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗНООБРАЗИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ*

В.И. Васенев^{1, 2}, М.М. Фатиев¹, П.С. Лакеев²,
Ф.А. Иванников², Валентини Риккардо^{2, 3}

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

²Лаборатория агроэкологического мониторинга,
моделирования и прогнозирования экосистем
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127550

³Университет Туссия
Виа Дель Парадис, 47, Витербо, Италия, 73100

В рамках данного исследования проводилась оценка особенностей пространственного разнообразия городских почв на локальном уровне (участок 64 га, 126 точек обследования). Для изучаемого участка выявлено четыре контрастных подтипа городских почв: слабо развитые на техногенных грунтах, серогумусовые с признаками урбопедогенеза, урбаноземы и почвы на пластах аккумуляции осадка сточных вод. Сопоставление результатов локального и регионального анализа не выявил тенденции уменьшения пространственного разнообразия при переходе на более детальный уровень исследования. Таким образом, пространственное разнообразие — неотъемлемая черта городских почв, что подразумевает особый подход к их пространственному анализу.

Ключевые слова: городские почвы, пространственное разнообразие, детальное картирование, локальный и региональный уровни исследования.

Введение. На рубеже XX и XXI в. количество мирового населения, проживающего в городах, сравнялось с сельским и начало превышать его. На данный момент 76% населения развитых стран проживают в городах [21]. Общая доля земель поселений на планете превышает 3% и продолжает стремительно расти [23; 24]. При этом в таких урбанизированных регионах, как Московская область, доля земель поселений может достигать 10% [3; 8].

Урбанизация — ключевая тенденция изменения современного землепользования [6; 25]. Процесс урбанизации включает как образование новых городских поселений, так и расширение границ существующих, при этом значительной трансформации подвергаются все прилегающие ландшафты [17], изменяется почвенный и растительный покров, а образующиеся в результате урбоэкосистемы принципиально отличаются от естественных аналогов.

Урбоэкосистемы представляют собой ареалы с высокой комплексностью и чрезвычайным пространственным разнообразием [26].

В условиях городской среды между собой соседствуют принципиально разные экосистемы, находящиеся под постоянным взаимным влиянием: например, транспортная инфраструктура обрамляет игровые площадки, школы, жилые дома; промышленные постройки граничат с зелеными насаждениями и парками [4].

Такая пестрота особенно актуализирует вопросы классификации городских территорий по характеру и интенсивности использования. При этом рекреацион-

* Работа выполнена при поддержке гранта Правительства РФ № 11.G34.31.0079.

ные зоны обобщают парки, скверы и зеленые насаждения, селитебные жилые и общественные площади, а промышленные — зоны индустрии, инфраструктуры и транспорта. Такое подразделение позволяет учесть различный характер и интенсивность нагрузки, испытываемой экосистемами в условиях города.

Функциональные зоны городов отличаются от других типов землепользования небольшими размерами и резкими границами перехода [2]. Многообразие сочетаний контрастных функциональных зон создают условия, определяющие чрезвычайную пестроту локальных городских экосистем и их ключевых компонентов.

Городские почвы — ключевой компонент урбоэкосистем, развивающийся под воздействием как природных, так и антропогенных факторов почвообразования [13]. При этом антропогенное влияние на городские почвы подразумевает не только непосредственные физические трансформации, загрязнение, переуплотнение, но и косвенное воздействие через изменение других факторов почвообразования (климат, рельеф, растительность и т.д.) [12].

Сформированные в контрастных условиях, находясь под высокой антропогенной нагрузкой, городские почвы являются очень специфичным объектом с точки зрения основных свойств и параметров экологического функционирования. Так, городские почвы часто отличаются профильным распределением элементов питания и органического углерода, не характерным для естественных аналогов. При этом что максимум накопления приходится на гумусово-аккумулятивный горизонт, городские почвы часто аккумулируют вещества на определенной глубине. Второй максимум связан с феноменом так называемого «культурного слоя». Культурный слой как результат длительной селитебной активности обычно служит источником информации для археологических исследований [1; 15].

Однако почвенно-морфологические исследования выявили ряд интересных особенностей культурных слоев и погребенных под ними почв — способность накапливать тяжелые металлы [9] и элементы питания [14], а также формирование специфических микробных сообществ [20]. Культурные слои также обладают уникальным потенциалом аккумуляции органического углерода, считающейся одной из наиболее значимых экологических функций почв [3; 16].

К основным функциям городских почв можно отнести биохимическую трансформацию и круговорот элементов, фильтрацию воды, создание субстрата для произрастания растений и пространственного базиса для инфраструктуры, жилья и рекреации [13; 19; 26].

Несмотря на очевидную важность информации об экологическом состоянии и функционировании почв городов, на данный момент фактически не существует ни объективных карт городских почв, ни единого подхода к их классификации [10; 11]. Основная причина — уникальная пространственная вариабельность городских почв и их свойств. Так, существующие данные по запасам органического углерода в городских почвах в городах США варьируют в десятки раз [18; 22]. Данные по запасам углерода, содержанию тяжелых металлов и показателям микробиологической активности почв различных населенных пунктов Московской области также отличались очень высоким разбросом (коэффициент вариации более 100%) [2].

Стоит отметить, что в большинстве случаев результаты, свидетельствующие о столь высоком разнообразии свойств городских почв, опираются на данные обследования относительно небольшого количества точек, находящихся на значительном удалении друг от друга, что очевидно увеличивает статистический разброс.

В данных условиях непонятно, является ли высокое пространственное разнообразие характерной чертой городских почв или следствием неоптимальной стратегии пробоотбора. Разрешению этой проблемы мог бы помочь сравнительный анализ разнообразия почвенного покрова на региональном и локальном уровнях, однако опубликованные результаты детальной почвенной съемки в условиях города фактически отсутствуют.

Целью данной работы было разработать и апробировать подход для детального анализа морфогенетических особенностей и основных химических свойств городских почв и оценки их пространственного разнообразия.

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследования был выбран участок, расположенный на территории района Марьино в Юго-Восточном административном округе г. Москвы. Москва — исторический центр Московской области, в настоящее время выделяется как отдельный субъект Российской Федерации — город федерального значения. Москва расположена в центре европейской части России ($55^{\circ} 45' \text{ с. ш.}, 37^{\circ} 37' \text{ в. д.}$) на реке Москве, в среднем на высоте 180 м над уровнем моря. Климат г. Москвы умеренно континентальный, средняя годовая температура составляет $5,4^{\circ}\text{C}$, что на $1,5\text{—}2,0^{\circ}\text{C}$ больше, чем в среднем по области. Территория Москвы относится к подзоне южной тайги, однако естественная растительность сохранилась фрагментарно. В современном растительном покрове доминируют привнесенные виды: клен, липа, тополь и т.д. Значительную площадь занимают газонные травы. Первоначальный почвенный покров на территории Москвы образовывали преимущественно дерново-подзолистые почвы. Значительные площади занимали массивы болотных почв. Однако длительная антропогенная трансформация привела к практически полному изменению почвенного покрова города — ареалы естественных и малоизмененных почв сохранились только на некоторых охраняемых территориях — в ботанических садах, парках. Основу современного почвенного покрова города составляет разнообразие антропогенных почв: урбаноземов, техноземов, эркноземов и конструкторземов [7; 13].

Район исследования сравнительно новый — активная застройка ведется с 1996 г. До этого на протяжении более сотни лет территория использовалась в качестве полей орошения (Люблинские поля аэрации), которые, в свою очередь, были основаны на месте известной с XVII в. д. Марьино. Непосредственный объект исследования представляет собой участок прямоугольной формы, ограниченный Мячковским бульваром, Перервинским бульваром, дублерами улиц Братиславская и Верхние поля. Участок общей площадью около 64 га включает парк Артема Боровика и прилегающие зоны многоэтажной застройки. Таким образом, на данной территории представлена рекреационная и селитебные функциональные зоны.

Полевые исследования почв проводились методом встроенных ключей, часто используемым для геостатистического анализа. Исследуемая территория была раз-

бита сеткой с шагом 200 м. Центральная часть была также разбита сеткой с шагом в 100 м. В нескольких ячейках сетки 200 м закладывались ключи с шагом 50 и 10 м (рис. 1). Такая разбивка территории позволяет изучить внутренне разнообразие как на средних, так на малых расстояниях, что позволяет оценить зависимость пространственного разнообразия городских почв от уровня их обследования.

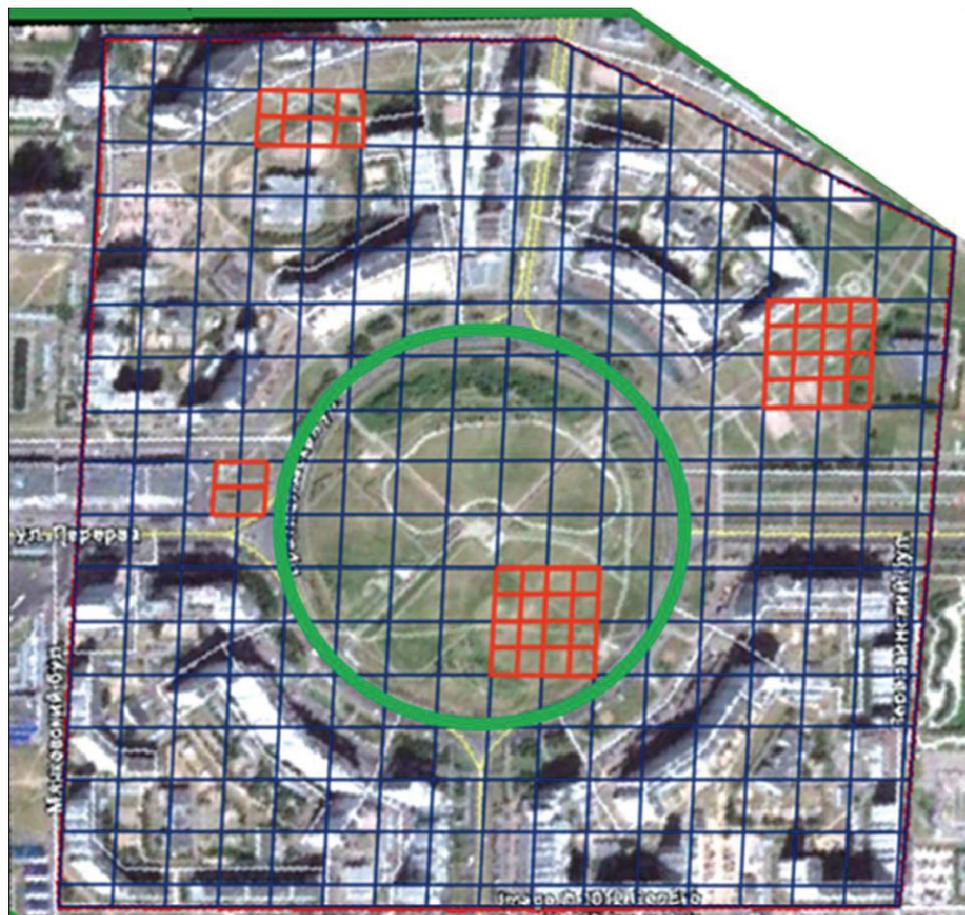


Рис. 1. Схема детальной почвенной съемки на экспериментальном участке

Изучение почвенных профилей и отбор почвенных проб осуществлялся в узлах сеток и ключей. Общее количество точек обследования ($n = 126$) в дальнейшем будет достаточно для проведения геостатистического анализа и построения картосхем распределения основных почвенных свойств. Пробы отбирались методом бурения по горизонтам. Для каждого горизонта определялся цвет (визуальный метод), гранулометрический состав (полевой метод Захарова), включения и новообразования. На месте осуществлялось описание профиля, географическая привязка по GPS-навигатору, отбирались образцы почв для химического анализа в лаборатории. Диагностика городских почвенных горизонтов и основных типов городских почв осуществлялась по принципам систематики почв и почвообразующих пород города Москвы [11], естественные и условно ненарушенные горизонты определялись по Классификации и диагностики почв России (2004).

В почвенных образцах определяли содержание $C_{\text{орг}}$ бихроматным методом со спектрофотометрическим окончанием (метод Тюрина в модификации Никитина). Кислотность водной вытяжки (pH_{KCl}) определяли потенциометрически. Содержание растворимого калия (K^+) определяли на пламенном фотометре, подвижного фосфора — методом Кирсанова. К полученным данным применялась первичная обработка базовыми методами описательной статистики. Разброс данных оценивался по стандартному отклонению.

Результаты и обсуждение. *Морфологические особенности исследованных городских почв.* На исследованной нами территории вскрыты четыре основных диагностических горизонта: горизонт дернины, или гумусово-слаборазвитый горизонт W, условно ненарушенный серогумусовый (дерновый) горизонт AY, серогумусовый горизонт с признаками урбопедогенеза AYur, а также скальпированные техногенные грунты ТСН.

Горизонт маломощной дернины, встреченный нами, типичен для почв южно-таежной зоны, основным морфологическим отличием от природных аналогов является наличие единичных антропогенных включений (кирпичи, строительный мусор и т.п.) (рис. 2). Серогумусовые горизонты темные, сероватые, суглинистого, часто опесчаненного гранулометрического состава, с хорошо выраженной структурой. Наличие или отсутствие артефактов в толще горизонта свидетельствует о признаках урбопедогенеза на макроморфологическом уровне (рис. 2). Большое количество поверхностных серогумусовых горизонтов в профилях почв исследованной территории при отсутствии поверхностных урбиковых горизонтов свидетельствует о малом осадконакоплении твердых атмосферных выпадений. А отсутствие оторфованных растительных остатков показывает, что последний цикл почвообразования, начинающийся для большинства городских почв и почвоподобных образований с рекультивации, начался на этой территории достаточно давно по меркам города.

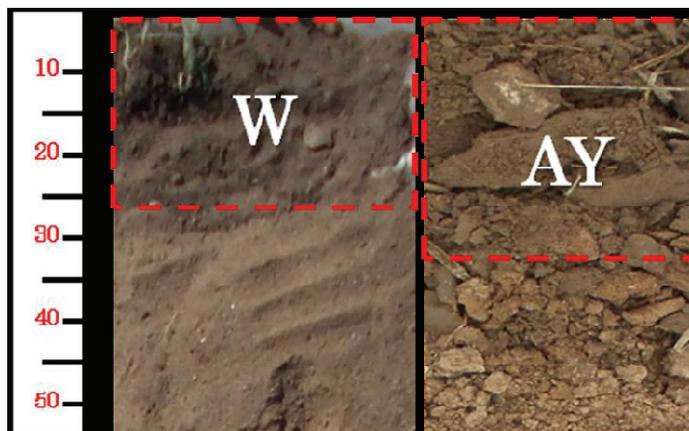


Рис. 2. Гумусово-слаборазвитый горизонт (W) и серо-гумусовый горизонт (AY) исследованных городских почв

Под дерниной чаще всего располагаются техногенные горизонты ТСН либо типичные городские горизонты урбик U. Техногенные горизонты, как скальпиро-

ванные «голые», так и заросшие дерниной, а также располагающиеся под серогумусовыми горизонтами, широко распространены на всем исследуемом участке. Они представляют собой смесь почвенно-грунтового материала с различным строительным и бытовым мусором, практически не оструктурены, представляя собой спрессованный глыбисто-порошистый материал, неоднородный по составу (рис. 3).

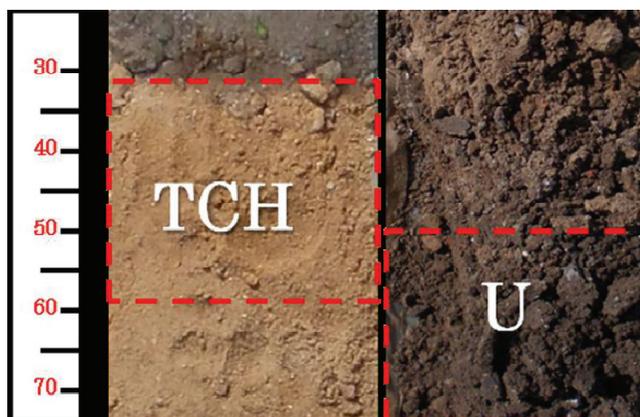


Рис. 3. Техногенные горизонты (ТСН) и урбиковые горизонты (U) исследованных городских почв

Окраска этих горизонтов также неоднородна — от ярко-охристой до палевой. Гранулометрический состав горизонтов варьировал от суглинка до песка и глины в виде включенных линз. Антропогенные включения разнообразны — кирпич, щебень, галька, дресва, различные бытовые предметы.

Горизонты часто вскипают, однако вскипание фрагментарно и тяготеет к областям с известковыми артефактами. Эти горизонты часто переуплотнены из-за прикатывания тяжелой техники в процессе работ по озеленению и благоустройству. Техногенные горизонты представлены на территории повсеместно. Обычно они имели вид не одиночного слоя, а серии из нескольких грунтов, различающихся по цвету и неоднородности.

Заросшие дерниной техногенные горизонты можно рассматривать как инициальное почвообразование и относить такие почвы к пелоземам и псаммоземам в зависимости от гранулометрического состава дернины и верхнего техногенного горизонта.

Урбиковые горизонты, напротив, в нашем случае имели достаточно выраженную структуру — порошисто-крупнокомковатую с признаками горизонтальной делимости. Также видна некоторая морфологическая делимость, свидетельствующая о росте профиля вверх (синлитогенном или синседиментогенном почвообразовании) (см. рис. 3).

Окраска урбиковых горизонтов серо-палево-светлокоричневая. Гранулометрический состав супесчаный, иногда опесчаненный легкий суглинок. Горизонты вскипают повсеместно, а не только вокруг известковых включений, как в случае техногенных горизонтов. Антропогенные включения в урбиковых горизонтах мелкие, но их много — различные обломки кирпича, известковые обломки. Встречаются новообразованные карбонаты — известковые примазки и стяжения. Го-

ризонты достаточно рыхлого строения. Распространение типичных городских горизонтов урбик по территории приурочено к жилой застройке, что характеризует накапливание культурного слоя даже в столь молодом районе, как Марьино. Один или несколько урбиковых горизонтов в профиле почвы, имеющие мощность от 30 см, позволяет относить ее к урбаноземам.

Так как данная территория имеет особую историю землепользования, под толщей молодых городских горизонтов вскрываются совершенно нетипичные горизонты бывших Люблинских полей аэрации. Нами было решено диагностировать их как темногумусовые горизонты с признаками урбопедогенеза AUur.

Эти горизонты имеют темную до черной однородную окраску. Характеризуются песчано-супечаным гранулометрическим составом. Они обычно влажнее вышележащих горизонтов, спрессованы и уплотнены, располагаются на значительной — до 1,5 метров — глубине, хотя в некоторых ключевых точках встречались в пределах полуметра. Часто эти горизонты были оглеены. Антропогенных включений не наблюдалось или они были единичны (рис. 4).

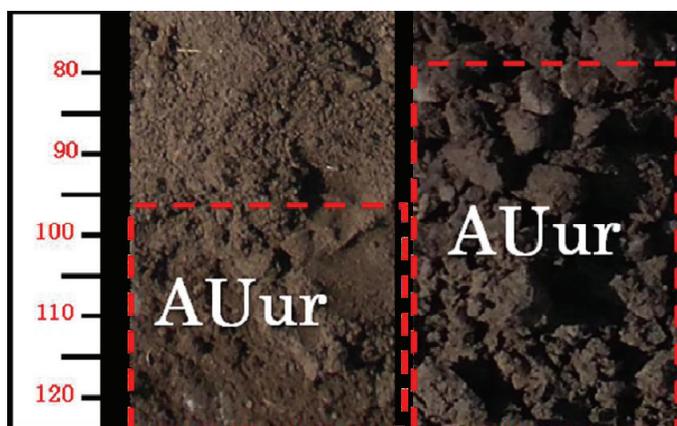


Рис. 4. Темно-гумусовый горизонт с признаками урбопедогенеза (AUur) — горизонт аккумуляции остатков сточных вод (ОСВ)

На изученном участке основной почвообразующей породой являются техногенные грунты. Также благодаря детальной съемке можно отметить, что достаточно большая часть территории представлена серией скальпированных техногенных горизонтов. В почвенном покрове необходимо отметить высокую долю слаборазвитых почв на техногенных отложениях.

Немного меньшее участие в формировании почвенного покрова данной территории принимают серогумусовые почвы с признаками урбопедогенеза, сформировавшиеся на техногенных отложениях. Урбаноземы приурочены в основном к жилой застройке, как было отмечено выше. Также нами было принято решение диагностировать почвы, сформированные из пластов фильтрации, как особый подтип урбаноземов, так как эти почвы сформировались на протяжении длительного периода времени без дальнейшего «катастрофического» изменения человеком.

Пространственное разнообразие городских почв. Для первичной оценки пространственного разнообразия были проанализированы данные для 29 случайно выбранных точек из общего количества. В каждой точке определялись кислотность, содержание органического углерода, подвижного фосфора и растворимого

калия погоризонтно. Для упрощения анализа данные для различных горизонтов были обобщены в две группы: поверхностные (дерновый, серо-гумусовый, мощность до 20—30 см) и подстилающие (урбиковый и техногенный, мощностью до 150 см).

Для поверхностных горизонтов изученных городских почв характерно невысокое содержание органического углерода — в среднем 2,3%, однако максимальные значения достигали 9,7%, что, по-видимому, было приурочено к местам недавней подсыпки почвогрунтов на основе низинного торфа.

Среднее содержание элементов питания можно охарактеризовать как низкое, однако максимальные значения превышают 200—250 мг/кг, что также может относиться к свежим насыпным субстратам. Реакция среды в целом слабо кислая, что, в общем, нехарактерно для городских почв и может быть объяснено преимущественно легким гранулометрическим составом и, как следствие, активными процессами выщелачивания. Наименьший разброс данных отмечен для почвенной кислотности — стандартное отклонение составляет порядка 10% от среднего.

Содержание калия и фосфора варьировало в пределах 50—60% от среднего. Наибольшее пространственное разнообразие показано для содержания $C_{орг}$, коэффициент вариации для которого превысил 90% (рис. 5).

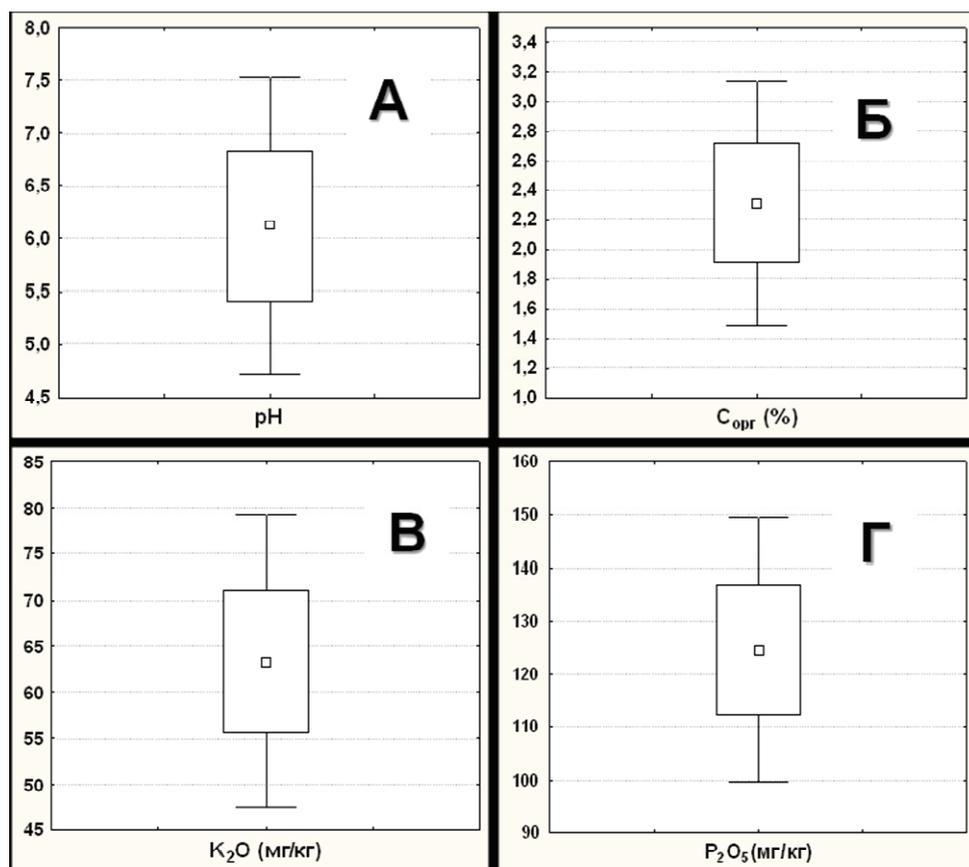


Рис. 5. Среднее, ошибка среднего и доверительный интервал 95% для pH (А), содержания $C_{орг}$, % (Б), растворимого калия (В) и подвижного фосфора (Г) поверхностных горизонтов изученных городских почв

В подстиляющих горизонтах среднее содержание органического углерода сокращается практически в три раза по сравнению с поверхностными. Содержание растворимого калия и реакция среды практически не изменяются, а вот содержание фосфора заметно увеличивается, что может быть связано с большим количеством антропогенных включений. Пространственное разнообразие по всем показателям с глубиной сокращается, однако для $C_{\text{орг}}$ остается высоким — коэффициент вариации до 75% (рис. 6).

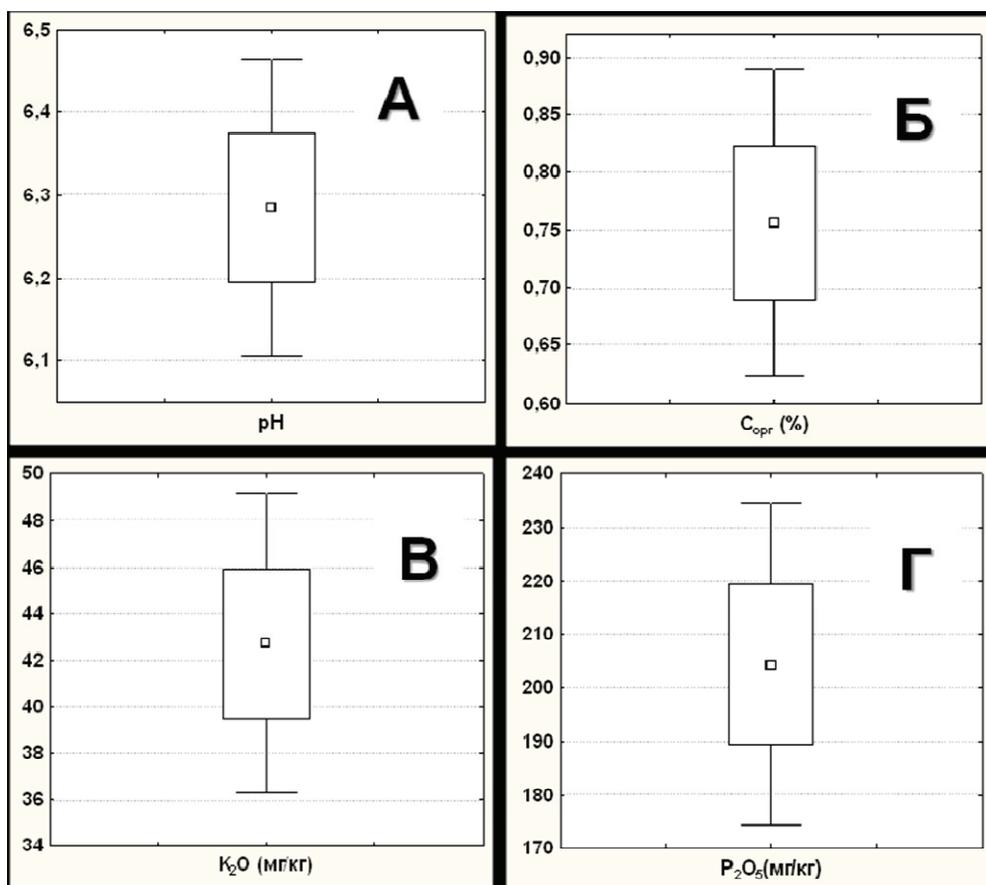


Рис. 6. Среднее, ошибка среднего и доверительный интервал 95% для pH (А), содержания $C_{\text{орг}}$, % (Б), растворимого калия (В) и подвижного фосфора (Г) подстиляющих горизонтов изученных городских почв

Сопоставление пространственного разнообразия городских почв на региональном и локальном уровнях. Городские почвы известны своим уникальным пространственным разнообразием; одной из задач данного исследования было понять, как может измениться эта неоднородность при переходе с регионального уровня на локальный. Для этого полученные данные по средним значениям и показателям разброса изученных химических свойств городских почв сопоставлялись с аналогичными данными, полученными в масштабах Московской области [2].

Сопоставление дало весьма неожиданные результаты. И для поверхностных, и для подстиляющих горизонтов отмечена одна и та же тенденция — на простран-

ственном разнообразии рН и содержания растворимого калия переход на детальный уровень практически никак не сказался, для $C_{орг}$ пестрота на детальном уровне была и вовсе на 20% выше и лишь для обменного фосфора было отмечено уменьшение разброса (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Сравнительный анализ пространственного разнообразия химических свойств поверхностных горизонтов городских почв на локальном и региональном уровнях

Показатель	Детальный уровень			Региональный уровень (по [2])		
	среднее	ст. откл.	к-т вариации	среднее	ст. откл.	к-т вариации
$C_{орг}$ (%)	2,31	2,17	94%	4,05	1,76	41%
рН	6,12	0,72	12%	6,76	0,92	14%
K_2O (мг/кг)	63	42	66%	118	69	58%
P_2O_5 (мг/кг)	125	66	53%	446	601	135%

Таблица 2

Сравнительный анализ пространственного разнообразия химических свойств подстиляющих горизонтов городских почв на локальном и региональном уровнях

Показатель	Детальный уровень			Региональный уровень (по [2])		
	среднее	ст. откл.	к-т вариации	среднее	ст. откл.	к-т вариации
$C_{орг}$ (%)	0,75	0,56	74%	2,30	1,13	49%
рН	6,29	0,76	12%	6,85	0,95	14%
K_2O (мг/кг)	43	27	63%	90	66	73%
P_2O_5 (мг/кг)	204	126	62%	336	450	134%

Заключение. Урбанизация — принципиальная тенденция изменения современного землепользования. Тем не менее, городские почвы остаются одним из наименее изученных объектов экосистем, который характеризуется высокой временной изменчивостью и уникальной пространственной неоднородностью.

В данной работе в результате детального картирования сравнительно небольшой территории было выявлено четыре различных подтипа городских почв: слабообразованные городские почвы на техногенных грунтах, серогумусовые почвы с признаками урбопедогенеза, урбаноземы и отдельно выделенный подтип урбаноземов из пластов фильтрации, содержащих в профиле остатки аккумуляции осадков сточных вод. Морфологическая пестрота проявлялась на очень небольших расстояниях — даже в пределах ключа 10 м были описаны почвы разных подтипов.

Химические свойства изученных почв также отличались высоким разнообразием, что в первую очередь проявлялось в данных по содержанию органического углерода: коэффициент вариации превышал 90% для поверхностных горизонтов и 70% — для подстиляющих. Сопоставление результатов локального и регионального анализа не выявило динамики уменьшения пространственного разнообразия при переходе на более детальный уровень, а для содержания $C_{орг}$, наоборот, отмечалось увеличение разброса данных.

Можно заключить, что высокое пространственное разнообразие является характерной и неотъемлемой чертой городских почв, что, возможно, подразумевает для них новые подходы к пространственному анализу, принципиально отличающиеся от методов, используемых для природных аналогов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Авдусин Д.А. Полевая археология в СССР. — М.: Высшая школа, 1980.
- [2] Васенев В.И. Анализ микробного дыхания и углеродных пулов при функционально-экологической оценке конструкторземов Москвы и Московской области: Дисс. ... канд. биол. наук. — М., 2011.
- [3] Васенев В.И., Ананьева Н.Д., Макаров О.А. Особенности экологического функционирования конструкторземов на территории Москвы и Московской области // Почвоведение. — 2012. — № 2. — С. 1—12.
- [4] Васенев И.И., Визирская М.М., Васенев В.И., Валентини Р., Раскатова Т.В. Сравнительный анализ основных факторов пространственно-временной изменчивости эмиссии CO₂ из городских почв Москвы с различным уровнем антропогенной нагрузки на них // Известия ТСХА. Спец. вып. (на англ. яз.). — 2012. — С. 18—23.
- [5] Васенев И.И., Наумов В.Д., Раскатова Т.В. Структурно-функциональная организация почвенно-экологического мониторинга Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА // Известия ТСХА. — 2012. — Вып. 4. — С. 29—44.
- [1] Васенев И.И., Раскатова Т.В. Пространственно-временная изменчивость основных параметров фонового экологического мониторинга дерново-подзолистых почв Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА // Вестник МарГТУ. Сер. Лес. Экология. Природопользование. — 2009. — № 2. — С. 83—92.
- [6] Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы. — Смоленск: Ойкумена, 2003.
- [7] Доклад о состоянии окружающей среды в Москве в 2007 году. — Бочин Л.А. (ред.). — М., 2008.
- [8] Евдокимова А.К. Тяжелые металлы в культурном слое средневекового Новгорода // Вестник Моск. ун-та, сер. 5: Геогр. — 1986. — № 3. — С. 86—91.
- [9] Курбатова А.С., Башкин В.Н., Баранникова Ю.А., Герасимова С.Г., Никифорова Е.В., Решетина Е.В., Савельева В.А., Савин Д.С., Смагин А.В., Степанов А.Л. Экологические функции городских почв. — М.-Смоленск: Маджента, 2004.
- [10] Прокофьева Т.В., Мартыненко И.А., Иванников Ф.А. Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию // Почвоведение. — 2011. — № 5. — С. 611—623.
- [11] Прокофьева Т.В., Строганова М.Н. Почвы Москвы (почвы в городской среде, их особенности и экологическое значение). — Серия «Москва биологическая». — М.: ГЕОС, 2004.
- [12] Строганова М.Н., Мяжкова А.Д., Прокофьева Т.В. Роль почв в городских экосистемах // Почвоведение. — 1997. — № 1. — С. 96—101.
- [13] Сычева С.А. Культурный слой древних поселений как объект мультидисциплинарного исследования. — Культурные слои археологических памятников: теория, методы и практика исследования. — М.: НИИ Природа, 2006.
- [14] Alexandrovskiy A.L., Chichagova O., Van Der Plicht J., Krenke N., Kovalyukh N., Sulerzhitsky L.D. The early history of Moscow: ¹⁴C dates from Red Square // Radiocarbon. — 1998. — Т. 40. — С. 583—589.
- [15] Blum W.E.H. Functions of soil for society and environment // Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. — 2005. — V. 4. — № 3. — P. 75—79.
- [16] Kasanko M., Barredo J.I., Lavalle C., McCormick N., Demicheli L., Sagris V., Brezger A. Are European cities becoming dispersed? A comparative analysis of 15 European urban areas // Landscape and Urban Planning. — 2006. — V. 77 (1—2). — P. 111—130.
- [17] Kaye J.P., McCulley R.L., Burkez I.C. Carbon fluxes, nitrogen cycling, and soil microbial communities in adjacent urban, native and agricultural ecosystems // Global Change Biology. — 2005. — V. 11. — P. 575—587.

- [18] Lorenz K., Lal R. Biogeochemical C and N cycles in urban soils // *Environment International*. — 2009. — 35. — P. 1—8.
- [19] Marfenina O.E., Ivanova A.E., Kislova E.E., Zazovskaya E.P., Chernov I.Yu. Fungal communities in the soils of early medieval settlements in the taiga zone // *Eurasian Soil Science*. — 2008. — Vol. 41. — № 7. — P. 749—758.
- [20] Population Reference Bureau. Patterns of world urbanization. *Human Population: Fundamentals of Growth* Population Reference Bureau. — Washington, DC, 2005.
- [21] Poyat R.V., Yesilonis I.D., Nowak D.J. Carbon storage by urban soils in the United States // *Environ. Qual.* — 2006. — 35. — P. 566—575.
- [22] Saier M.H. Are megacities sustainable? // *Water Air Soil Pollut.* — 2007. — 178. — P. 1—3.
- [23] Seto K.C., Fragkias M., Güneralp B., Reilly M.K. A Meta-analysis of global urban land expansion // *PLoS ONE*. — 2011. — 6 (8). URL: <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0023777>.
- [24] Svirejeva-Hopkins A., Schellnhuber H.J., Pomaz V.L. Urbanized territories as a specific component of the Global Carbon Cycle // *Ecological Modeling*. — 2004. — P. 295—312.
- [25] Vrscaj B., Poggio L., Marsan F.A. A method for soil environmental quality evaluation for management and planning in urban areas // *Landscape and Urban Planning*. — 2008. — V. 88. — P. 81—94.

AN APPROACH TO ACCESS URBAN SOILS' SPATIAL VARIABILITY AT THE LOCAL LEVEL

**V.I. Vasenev^{1, 2}, M.M. Fatiev¹, P.S. Lakeev²,
F.A. Ivannikov², Valentini Ricardo^{2, 3}**

¹Department of landscape architecture and design
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

²Laboratory of agroecological monitoring,
modeling and prediction of ecosystems
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550

³Tuscia University
47, Via del Paradise, Viterbo, Italy, 73100

There is still lack of clear information on the urban soils mainly because of their extremely high spatial variability. In this study we analyzed the specific features of urban soils' spatial variability at the local level (64 ha plot; 126 sampling points). Four contrast urban soil sub-types were distinguished in the study area: primitive urban soils on the technogenic parent material, grey-humus soils with urbopedogenesis features, urbanozems and urban soil on the layers of sewage accumulation. Comparison between the results of regional and local analysis did not show the trend of spatial variability decrease as a result of detailed elaboration. Thus it may be concluded that high spatial variability is an integral feature of urban soils, that assumes principally different approach for their spatial analysis.

Key words: urban soils, spatial variability, detailed soil mapping, local and regional level of analysis.