

УДК 631.4:504.5(1-21)

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА ЛЕСНЫЕ ГОРОДСКИЕ ЛАНДШАФТЫ (НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ» г. МОСКВЫ)

В.А. Кузнецов, Г.В. Стома

Оценка последствий рекреационной нагрузки в лесопарке «Лосиный остров» показала, что по мере ее усиления ухудшаются состояние древесных пород и условия их произрастания. Трансформация почвенных свойств носит сложный характер и наблюдается лишь в слое 0—20 см. Для повышения достоверности выводов об изменениях последних рекомендуется использовать средневзвешенные значения (с учетом площади тропинок и свойств почв на них). На состояние лип из почвенных свойств основное влияние оказывают плотность сложения, величина электропроводности и $pH_{\text{вод}}$.

Ключевые слова: урбанизированные территории, рекреация, флуктуирующая асимметрия листовой пластинки, неоднородность почвенных свойств.

Введение

Одним из ведущих факторов антропогенного воздействия в городских лесопарках, парках и скверах является рекреация. Негативные изменения растительности и почв могут явиться лимитирующим фактором развития таких экосистем. Стабильность их функционирования определяется как общей способностью системы, так и отдельных ее компонентов выдерживать рекреационные нагрузки, среди которых выделяют оптимальную и предельно допустимую.

В России и за рубежом допустимая рекреационная нагрузка выражается количеством посетителей на единицу площади за единицу времени [7, 8, 10, 13, 15, 16], однако ее прямой расчет, как правило, затруднен. Поэтому нагрузка часто выражается через площадь дорожно-тропичной сети (ДТС), при которой не происходит изменений в видовом составе растительности и не ухудшается состояние древесного яруса. В основе многих исследований лежит положение о стадиях рекреационной дигрессии; количественные показатели ДТС, определяемые разными авторами, примерно одинаковы, за исключением последних уровней [11]. По российскому стандарту [1], стадии дигрессии выделяются по площади, вытоптанной до минерального горизонта поверхности напочвенного покрова: I — до 1%, II — 1—5, III — 5—10, IV — 10—25, V — > 25%. Более объективны представления, учитывающие комплекс параметров биогеоценоза (БГЦ): ярусность фитоценоза и видовой состав травянистой растительности, площадь и качество тропичной сети, характер подстилки [8]. Комплексный подход к оценке рекреационного воздействия на лесные сообщества предложен в работе [11]. Основываясь на различной устойчивости БГЦ в зависимости от ряда экологических факторов, постулируются индикаторы рекреационного воздействия на разные компоненты экосистемы

(древостой, подрост и подлесок, напочвенный покров и почва).

При рекреационном воздействии упрощаются горизонтальная и вертикальная структуры лесных фитоценозов (исчезает подлесок и подрост, образуется одноярусный травостой вместо многоярусного), уменьшается площадь «ядра» леса за счет формирования более протяженной опушки, наблюдается сукцессионная динамика. В сообществах I—III стадий рекреационной дигрессии изменения на уровне древостоя не носят индикаторного характера, а необратимые изменения (граница устойчивости БГЦ) начинаются на стадии IV [8, 9, 11, 12].

Рекреация способствует разрастанию тропичной сети, разделяющей лес на полигональные парцеллы. Тропинки, пересекаясь, образуют замкнутые контуры почв, получившие название «вазопедоны», площадь которых зависит от степени развития ДТС [7, 10]. В результате формируются отдельные ареалы, отличающиеся по абсолютным значениям и характеру пространственной изменчивости свойств почв.

Данный вид антропогенного воздействия вызывает трансформацию свойств почв в основном до 20 см, а на тропичной сети — и в более глубоких горизонтах. На участках с интенсивным вытаптыванием напочвенного покрова исчезает лесная подстилка, уменьшается мощность гумусовых горизонтов, разрушается структура, переуплотнение ухудшает водный, воздушный, тепловой и питательный режимы почв. Содержание гумуса как увеличивается, так и снижается (в 1,5—2 раза), биологическая активность угнетается (ее различные показатели уменьшаются в 2—4 раза), однако иногда прослеживается ее подъем. Реакция среды сдвигается в нейтральную сторону (на 0,5—1,5 ед. pH), в составе обменных катионов увеличивается доля кальция и магния. Непосредственное влияние рекреационной нагрузки на урбанизированных территориях дополняется общим атмостехногенным загрязнением городской пылью,

содержащей карбонаты, и локальным — углеродсодержащими соединениями и легкорастворимыми солями [3, 5, 7, 10, 15, 16].

Несмотря на наличие взаимоотношений между элементами экосистемы, сведения о связи состояния древесной растительности и почв весьма скудны. Обычно рассматривается зависимость между степенью вытоптанности и отдельными характеристиками древостоя. Например, снижение радиального прироста древесных насаждений проявляется пропорционально только при площади тропинок $> 7\text{--}8\%$ [8].

Имеющиеся материалы не позволяют в полной мере представить влияние рекреационной нагрузки на лесные городские БГЦ и прогнозировать их функционирование. Это обусловлено рядом причин: 1) недооценкой последствий рекреации в разных структурных единицах почвенного покрова (тропинки или территории «вазонов»); 2) отсутствием устоявшейся системы и критериев учета почвенных показателей; 3) недостаточностью информации о взаимосвязях между почвой и растительностью; 4) неодинаковой устойчивостью разных БГЦ.

В связи с этим возникла необходимость детального изучения свойств почв на участках с разным уровнем рекреационной нагрузки. Сопоставление с ними состояния такого высокочувствительного индикатора на внешние воздействия, как растительность, позволит выявить влияние отдельных свойств почв и дать комплексную оценку отклика на рекреацию городских лесопарков.

Объекты и методы исследований

Объекты исследования — 50 участков 52—54 кварталов московского лесопарка «Лосиный остров», примыкающих к городской застройке. По сведениям дирекции, здесь доминируют (35—45%) территории со слабым уровнем дигрессии БГЦ, по 20—25% площади приходится на II и IV и 10—15% — на III и V стадии рекреационной дигрессии.

Исследования проводили по двум блокам:

1) оценка состояния растительности и почв на участках с разным уровнем дигрессии БГЦ (площадки 25×25 м); для подтверждения его нарушения использовали методику Н.С. Казанской с соавт. [6];

2) сравнение почвенных свойств на основной территории (условно названной «вазопедонами») и на тропинках, которые по ширине (до 50, 50—80 и > 80 см) и проективному покрытию живого напочвенного покрова (> 15 , 5—10 и до 5%) визуально были разделены на слабо-, средне- и хорошо выраженные [11].

На объектах с разным уровнем рекреационной дигрессии осуществляли описание растительности по традиционным методикам (наличие и видовая характеристика всех ярусов). Дополнительно отбирали

листовые пластинки лип. По величине их флуктуирующей асимметрии оценивали интегральный показатель стабильности развития основной полновозрастной лесообразующей породы (ПСРЛ) и качество среды (балл отклонения от нормы) [4, 14]. На этих же участках отбирали образцы почв по генетическим горизонтам из пяти скважин (до 70—100 см) на основной территории и трех — на тропинках. Кроме того, брали смешанные образцы из гор. А и АЕ.

Почвенный покров под осоково-снытьевым елово-липовым лесом представлен дерново-подзолистыми глубокоосветленными легкосуглинистыми почвами на покровных суглинках, подстилаемых флювиогляциальными отложениями и их оглееными разностями.

При исследовании почвенных свойств использовали общепринятые методики [2]. Потенциальную биологическую активность почв определяли методом субстрат-индуцированного дыхания.

Результаты и их обсуждение

Состояние растительности. По мере увеличения уровня рекреационного воздействия ухудшается состояние древесных пород (липы, *Tilia cordata*, и ели, *Picea abies*): появляется суховершинность, увеличивается отпад ветвей и число механически поврежденных стволов, деревьев с наклоном, изменяется конфигурация кроны (возникает асимметричность, снижается на 20—40% сомкнутость), возникают признаки заболеваний и поражений вредителями и т.д. Наблюдается вытаптывание и изреживание нижних ярусов: уменьшается количество подлеска и подроста, их высота. Снижается разнообразие травянистой растительности и ее проективное покрытие (с 90 до 10—20%), исчезают лесные и внедряются опушечные виды, а также злаки.

Показатель стабильности развития лип на территории лесопарка по сравнению с естественными лесными БГЦ повышается в 2—3 раза, свидетельствуя об ухудшении состояния древесной растительности. Однако условия их функционирования в целом благоприятны (на участках от I до IV стадии дигрессии балл отклонения от нормы не превышает 2) и лишь для активно посещаемых участков — почти критические (балл отклонения от нормы равен 4 из 5 возможных) (табл. 1).

Постепенно повышающаяся рекреационная нагрузка приводит к эквивалентному угнетению древесных пород: ПСРЛ по этому градиенту достоверно ($p = 0,95$) равномерно увеличивается. Резкое ускорение деградационных явлений при средних уровнях объясняется границей устойчивости БГЦ между стадиями III и IV. Здесь процессы разрушения фитocenozов начинают доминировать над их восстановлением, и происходят необратимые трансформации и перестройки в комплексе взаимосвязанных компонентов БГЦ [6, 7, 9].

Таблица 1

Оценка состояния древесной растительности
и условий ее функционирования

Степень дигрессии	Показатель стабильности развития лип (ПСРЛ)	Балл отклонения от нормы
Контроль	0,017	1
I	0,031	1
II	0,035	1
III	0,039	1–2
IV	0,041	2
V	0,050	4

Состояние тропинойной сети. В процессе интенсификации рекреационного использования территории тропинойная сеть постепенно разрастается: ее доля увеличивается с 2 до 70%. При низком уровне рекреации развиваются лишь слабо- и средне-выраженные тропинки (в соотношении 50 на 50%), затем (на стадии III) появляются хорошо выраженные (при одинаковом доленом участии всех тропинок), а при высоком уровне фиксируются лишь средне- и хорошо выраженные (50 на 50%).

Морфологические свойства почв. Данный вид антропогенного воздействия способствует истощению органофиля (в 2–3 раза), деградации подстилки. На начальных стадиях дигрессии БГЦ мощность гор. А составляет 10–12 см, на последующих — уменьшается до 5–7, а на тропинках — до 2 см и менее.

Подстилка проходит путь от непрерывно-площадной структуры мощностью 2–3 см при низких уровнях рекреационной дигрессии до фрагментарно-деструктивной при средних. На более посещаемых участках наблюдается почти полное ее отсутствие с образованием полусантиметровой «корки» плохо разложившегося органического материала и наличием минерального антропогенного загрязнителя (зола костров). В верхних горизонтах почв увеличивается неоднородность окраски за счет появления признаков оглеения, структура приобретает слоистость и плитчатость (особенно в слое 0–2 см), изменяется порозность и характер сложения. Эти явления наиболее заметны в почвах на тропинках, большая часть профиля которых окрашена в охристые и оливковые тона.

Химические и биологические свойства почв. Установлено, что на участках с разной степенью дигрессии БГЦ изменение почвенных свойств прослеживается только в верхних горизонтах. В гор. А средние значения различаются с доверительной вероятностью 0,95, в гор. АЕ — только с 0,9, а в нижней части профиля они статистически незначимы (рис. 1, табл. 2).

Под влиянием возрастающего уровня антропогенного воздействия закономерности изменения почвенных параметров по сравнению с растительностью

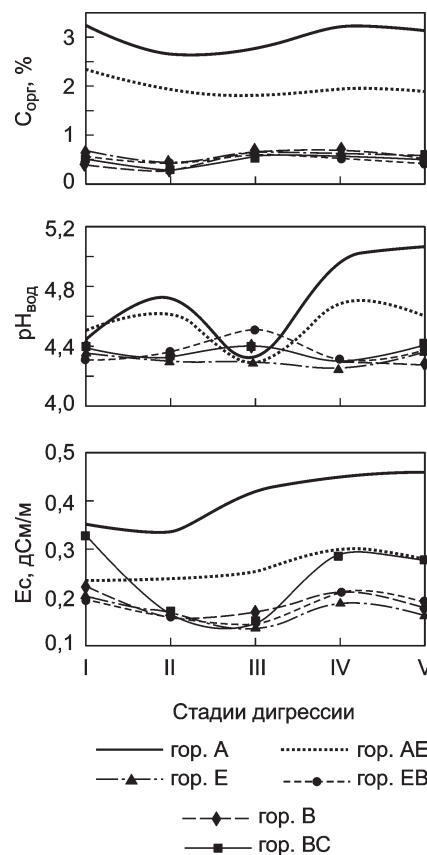


Рис. 1. Свойства почв на участках с разными стадиями дигрессии биогеоценоза

имеют более сложный характер (табл. 2). Лишь плотность сложения и электропроводность почв увеличиваются пропорционально усилению нагрузки. Достоверное поверхностное уплотнение и накопление легко растворимых солей в гор. АЕ отмечено при переходе от стадии III к стадии дигрессии IV; при этом пространственная вариабельность первого свойства увеличивается на предыдущей стадии, а второго — на последующей.

Изменения в содержании $C_{орг}$, величинах биологической активности и $pH_{вод}$ можно описать как «синусоидные»: с начальным повышением (или понижением) их значений, которое впоследствии сменяется противоположным процессом — понижением (или повышением). Причем лишь величина $pH_{вод}$ при максимальных уровнях нагрузки превышает исходные значения. Достоверность различий этих свойств почв на участках между соседними стадиями рекреационной дигрессии проявляется чаще по сравнению с плотностью сложения и электропроводностью (Ес). Необходимо отметить еще одну особенность: если на участках между соседними стадиями дигрессии БГЦ существует статистическая достоверность различий свойств почв, то их вариабельность снижается, и наоборот. «Точка перегиба» процесса трансформации свойств почв отмечается на объектах со степенью III дигрессии БГЦ, когда, как отмечено выше, происходит его перестройка.

Таблица 2

**Зависимость почвенных свойств и их пространственной variability
от стадии дигрессии БГЦ и принадлежности к структурной единице почвенного покрова**

Свойство	Статисти- ческий параметр	Стадия дигрессии					Структурная единица почвенного покрова	
		I	II	III	IV	V	основная территория	тропинки
Объем выборки (<i>n</i>)		11	11	9	11	8	50	18
Горизонт А								
Плотность, г/см³	$\bar{X} \pm \Delta$	1,02 ± 0,05	1,04 ± 0,07	1,07 ± 0,16	1,2 ± 0,08	1,20 ± 0,1	1,09 ± 0,04	1,27 ± 0,1
	<i>S</i>	0,06	0,07	0,15	0,09	0,06	0,11	0,17
ПБА, мкмоль СО ₂ /мл · ч	$\bar{X} \pm \Delta$	1,75 ± 0,2	1,83 ± 0,42	1,28 ± 0,33	1,89 ± 0,43	1,2 ± 0,39	1,7 ± 0,2	1,29 ± 0,34
	<i>S</i>	0,3	0,59	0,43	0,64	0,47	0,55	0,61
С _{орг} , %	$\bar{X} \pm \Delta$	3,25 ± 0,36	2,66 ± 0,22	2,79 ± 0,22	3,21 ± 0,33	3,15 ± 0,60	2,99 ± 0,23	3,55 ± 0,51
	<i>S</i>	0,54	0,31	0,28	0,49	0,72	0,5	0,99
рН _{вод}	$\bar{X} \pm \Delta$	4,45* ± 0,23	4,73* ± 0,38	4,33* ± 0,14	4,95 ± 0,52	5,08 ± 0,31	4,7 ± 0,14	4,86 ± 0,19
	<i>S</i>	0,34	0,53	0,18	0,72	0,37	0,53	0,37
Ес, дСм/м	$\bar{X} \pm \Delta$	0,35 ± 0,14	0,34 ± 0,8	0,42 ± 0,11	0,45 ± 0,12	0,46 ± 0,17	0,4 ± 0,14	0,80 ± 0,27
	<i>S</i>	0,42	0,21	0,29	0,35	0,4	0,33	0,53
Горизонт АЕ								
С _{орг} , %	$\bar{X} \pm \Delta$	2,34 ± 0,5	1,94 ± 0,51	1,79 ± 0,43	1,95 ± 0,46	1,93 ± 0,54	1,98 ± 0,28	2,11 ± 0,47
	<i>S</i>	0,74	0,71	0,56	0,68	0,65	0,67	0,7
рН _{вод}	$\bar{X} \pm \Delta$	4,5 ± 0,31	4,62* ± 0,4	4,28* ± 0,13	4,7* ± 0,50	4,69 ± 0,28	4,54* ± 0,12	4,84* ± 0,34
	<i>S</i>	0,46	0,56	0,17	0,69	0,33	0,49	0,47
Ес, дСм/м	$\bar{X} \pm \Delta$	0,23 ± 0,07	0,24 ± 0,05	0,26* ± 0,05	0,30* ± 0,10	0,28 ± 0,03	0,26 ± 0,06	0,43 ± 0,26
	<i>S</i>	0,2	0,12	0,13	0,3	0,07	0,21	0,37

Примечание: $\bar{X} \pm \Delta$ — доверительный интервал среднего; *S* — стандартное отклонение; цифры полужирным шрифтом со звездочкой и без нее — средние, различающиеся с уровнем значимости 0,1 и 0,05 соответственно.

Свойства почв на тропинойной сети. Отсутствие общих четких и однозначных закономерностей изменения свойств почв при возрастающей степени дигрессии БГЦ, очевидно, обусловлено увеличением развитости тропинойной сети, усиливающей их пространственную мозаичность, а также различным откликом конкретных свойств почв на рекреационную нагрузку. Сравнение свойств почв на рекреационных образованиях (тропинках) и сопредельной территории в гор. А и АЕ в целом свидетельствует о статистически значимых ($p = 0,90$ и $0,95$) отличиях их средних значений и variability (табл. 2). На тропинках в гумусовом горизонте величина Ес в 2 раза, содержание С_{орг} и плотность сложения — в 1,2, рН_{вод} — в 1,1 раза выше, а показатели биологической активности в 1,3 раза ниже; при этом пространственная неоднородность свойств увеличивается примерно в той же степени. В нижележащем горизонте отличия менее выражены. Предполагается, что этот порядок изменения может служить показателем «отклика» отдельных свойств почв на рекреацию, т.е. косвенно свидетельствовать об уровне их устойчивости.

Тропинки в городских лесопарках условно можно считать элементами нанорельефа, которые аккумулируют и перераспределяют поступающие в ландшафты продукты урботехногенеза. Уменьшение кислотности и повышение Ес почв обусловлено атмотехногенным загрязнением карбонатсодержащей пылью и последствиями использования противогололедных реагентов. Обогащение почв С_{орг} связано с двумя причинами: 1) механическим вдавливанием органического материала в минеральную толщу, 2) общим приносом углеродсодержащих соединений (копоть, сажа при деятельности высокоэнергетических компонентов города) и дополнительным локальным (сажа костриш). Угнетение деятельности почвенных микроорганизмов проявляется вследствие уплотнения почвы и лимита доступного для их жизнедеятельности органического субстрата [7, 10, 12, 15, 16].

Постепенно повышающийся уровень рекреационной нагрузки по-разному сказывается на изменении почвенных свойств в ряду тропинок. При переходе от слабо- к средневыраженным в гумусовом горизонте достоверно возрастает плотность сложения (на 0,24 г/см³),

содержание электролитов (на 0,23 дСм/м), а величина биологической активности и $pH_{\text{вод}}$ имеют лишь тренд в этом же направлении; содержание $C_{\text{орг}}$ снижается почти на 0,5%, при этом вариабельность параметров возрастает в 2–4 раза. В гор. АЕ изменения свойств статистически незначимы. Дальнейшее усиление рекреации обеспечивает только тенденцию к повышению средних значений большинства свойств и снижению их вариабельности.

Изложенные факты подтверждают необходимость рассматривать тропиночную сеть как специфичное по свойствам почв рекреанное образование, требующее специальных исследований.

Учет «вклада тропинок». Принимая во внимание отмеченное выше, предлагается для получения более достоверного представления о закономерностях и последствиях влияния рекреации на почвы применять средневзвешенные значения свойств, которые рассчитываются по формуле: $X \cdot Y_1 + (1 - X) \cdot Y_2$, где X — доля тропинок, Y_1 — значение свойства на тропинках, Y_2 — значение свойства на сопредельной территории. Пример их использования для гумусового горизонта представлен на рис. 2. По сравнению со средними значениями свойств почв (табл. 2) средневзвешенные (за исключением биологической активности) возрастают, а амплитуды изменений отдельных свойств соответствуют уровню, установленному для тропинок.

Главным преимуществом применения средневзвешенных параметров является повышение информативности и четкости представления о процессе изменения свойств почв по мере возрастания рекреационной нагрузки. Выражается это в следующем: 1) повышении частоты проявления достоверности различий свойств почв на участках с соседними стадиями дигрессии (для средних — 45, средневзвешенных — 80%); 2) снижении (в 2–2,5 раза) их пространственной неоднородности; 3) некотором нивелировании локального минимума большинства средних значений почвенных свойств на участках со II–III стадиями дигрессии БГЦ.

Полученные результаты, очевидно, обусловлены определенными явлениями взаимосвязи между разными почвенными ареалами лесных рекреационных ландшафтов (тропинки и сопредельная территория). Однако в настоящее время они недостаточно ясны и связаны с разной устойчивостью структурных единиц почвенного покрова к этому виду антропогенного воздействия. Вероятный механизм процесса можно представить следующим образом.

На начальных стадиях рекреационной нагрузки доля и выраженность тропинок низка, а их влияние на сопредельную территорию незначительно. Их увеличение определяет значительную трансформацию водного, воздушного, микробиологического режимов не только на этих рекреантных образованиях, но и в притропиночных зонах. Постепенно накаплива-

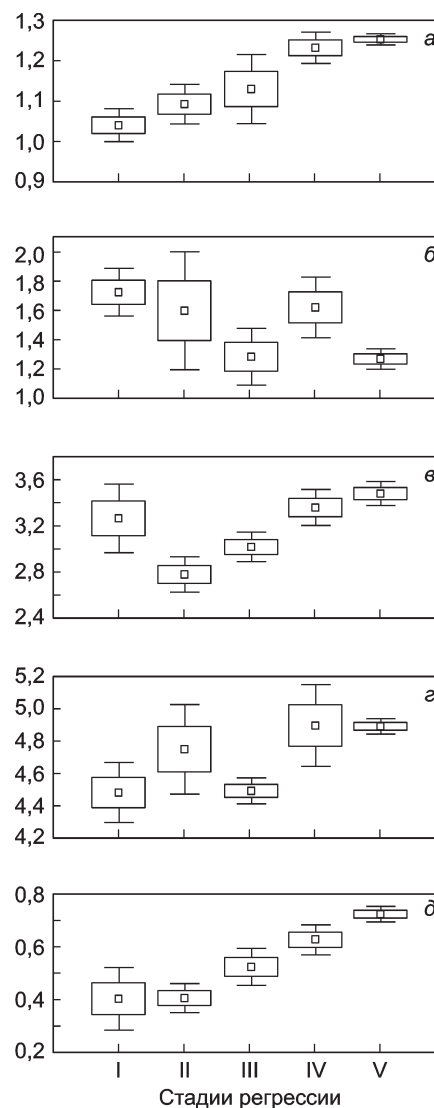


Рис. 2. Изменение средневзвешенных значений почвенных свойств и их вариабельности в гор. А по мере усиления уровня дигрессии биогеоценоза: а — плотность сложения ($г/см^3$), б — потенциальная биологическая активность ($мкмоль\ CO_2/мл \cdot ч$), в — содержание $C_{\text{орг}}$ (%), г — величина $pH_{\text{вод}}$, д — электропроводность ($дСм/м$). Диаграмма размаха: центр «коробочки» — среднее; «коробочка» — стандартная ошибка; «усы» — доверительный интервал (95%)

ющиеся изменения распространяются на сопредельную территорию, почвы которой сначала «сопротивляются» им, а затем, теряя толерантность, переходят в новое состояние. Процесс осуществляется при средних нагрузках, т.е. на границе устойчивости фитоценоза. На участках IV стадии дигрессии БГЦ влияние тропинок ослаблено в связи с практически равновесным состоянием почв двух ареалов. При экстремальном уровне рекреационной нагрузки почвенные свойства на тропинках лишь пространственно выравниваются (достоверно снижается их вариабельность), а на сопредельной территории продолжают оставаться в прежнем состоянии.

Связь состояния растительности и свойств почв. Для оценки влияния свойств почв на состояние дре-

весных насаждений были вычислены коэффициенты корреляции Спирмена. Выявлена слабая степень связи между интегральным показателем стабильности развития лип и такими почвенными показателями, как плотность сложения, E_s и $pH_{вод}$ гумусового горизонта почв. Коэффициенты корреляции при объеме выборки 50 соответственно составляют 0,64; 0,45 и 0,37. Использование средневзвешенных значений повышает показатели тесноты такой связи ($r = 0,8$; 0,71 и 0,47).

Выводы

Антропогенное воздействие на городские парково-рекреационные ландшафты сопровождается разрастанием тропинойной сети, ухудшением состояния древесных пород, уменьшением количества и размера подроста и подлеска, видового разнообразия травяного яруса и его проективного покрытия,

деградацией подстилки и изменением свойств почв. Под влиянием рекреации достоверное изменение почвенных параметров проявляется только в гор. А и АЕ; для более корректной оценки ее последствий рекомендуется использовать их средневзвешенные значения (с учетом вида, доли тропинок и свойств почв на них).

По мере возрастания уровня рекреационной нагрузки усиливается деградация растительности, достоверно повышается плотность сложения и величина электропроводности почв. Закономерности изменения содержания $C_{орг}$, биологической активности и $pH_{вод}$ носят неопределенный сложный характер, свидетельствуя о перестройке БГЦ при средних уровнях дигрессии. Максимальное влияние на состояние основной лесообразующей древесной породы (липы) оказывают плотность сложения, величина электропроводности и $pH_{вод}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОСТ 56–100–95 «Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы». М., 1995.
2. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М., 1998.
3. Жевелева Е.М., Офицерова О.В. Влияние рекреационной нагрузки на некоторые химические свойства почв // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 1985. № 2.
4. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. М., 2001.
5. Иванов Б.Н. Влияние уплотнения на физические свойства серой лесной почвы в лесу при рекреации // Лесоведение. 1990. № 3.
6. Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса. М., 1977.
7. Куйбышев С.В. Изменение биохимических свойств почвы под влиянием рекреационных нагрузок в условиях лесопаркового пояса Подмосквья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1987.
8. Лесные экосистемы и урбанизация / Под ред. Л.П. Рысина. М., 2008.
9. Савицкая С.Н. Влияние рекреационных нагрузок на лесную растительность пригородной зоны Ленинграда: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1979.
10. Соколов Л.А. Изменение физических свойств почв и роста насаждений под влиянием рекреационных нагрузок в парках и лесопарках Подмосквья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1983.
11. Шапочкин М.С., Киселева В.В., Обыденников В.И. и др. Комплексная методика изучения влияния рекреации на экосистемы городских и пригородных лесов // Науч. тр. национальн. парка «Лосиный остров». Вып. 1. М., 2003.
12. Экология города / Под ред. А.С. Курбатовой, В.Н. Башкина, Н.С. Касимова. М., 2004.
13. Cole D.N. Experimental trampling of vegetation. I. Relationship between trampling intensity and vegetation response // J. of Appl. Ecol. 1995. N 32.
14. Graham J.H., Freeman D.C., Emlen J.M. Antisymmetry, directional asymmetry, and dynamic morphogenesis // Genetica. 1993. N 89.
15. Liddle M. Recreation Ecology: The Ecological Impact of Outdoor Recreation and Ecotourism. L., 1997.
16. Monti P.W., Mackintosh E.E. Effects of camping on soil properties in Boreal Forest Region of Northwestern Ontario, Canada // Soil Sci. Soc. of Amer. Proc. 1979. Vol. 43, N 5.

Поступила в редакцию
04.09.2012

THE INFLUENCE OF RECREATION ON THE CITY FOREST LANDSCAPE (BASED ON THE EXAMPLE OF NATIONAL PARK "LOSINUY OSTROV")

V.A. Kuznetsov, G.V. Stoma

The recreational load impact on the amenity forest "Losinuy ostrov" was estimated. Increase of human impact leads to deterioration of ecological condition of trees and their growing conditions. The changes of soil properties is complicated and observed only in the 0–20 cm layer. To improve the reliability of conclusions about this change the average values (which take into account the area occupied by network of the footpaths, and soil properties on them) are recom-

mended. Bulk density, electrical conductivity and soil pH have a great impact on the lime-tree ecological condition.

Key words: urban areas, recreation, fluctuating asymmetry of the leaf blade, the heterogeneity of soil properties.

Сведения об авторах

Кузнецов Василий Андреевич, аспирант 1-го года обучения каф. общего почвоведения ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. Тел.: 8(495) 939-27-40; *e-mail*: xts089@gmail.com.

Стома Галина Владимировна, канд. биол. наук, доц. каф. общего почвоведения ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. Тел.: 8(495) 939-27-40; *e-mail*: gstoma@yandex.ru.