

В районах падения вторых ступеней ракет-носителей, включая участки обнаружения фрагментов ступеней, химическое воздействие РКД не установлено. Значения неспецифических показателей достоверно не отличаются от фоновых уровней.

Таким образом, проведенные исследования показали, что химическое воздействие РКД на почву обнаруживается только в районах падения первых ступеней ракет-носителей. Из компонентов ракетного топлива на местах падения, как правило, в почве обнаруживается только керосин. Воздействие других компонентов ракетного топлива, при проведении почвенно-химического мониторинга, достоверно диагностируется по предложенным авторами неспецифическим показателям химического загрязнения.

УДК 631.4:504.5(1-21)

## **КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В ЛЕСОПАРКАХ МОСКВЫ ОТ УРОВНЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**Кузнецов В.А.<sup>1</sup>, Рыжова И.М.<sup>2</sup>, Стома Г.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт лесоведения РАН, с. Успенское,*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,* <sup>3</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[kuznetsov@ilan.ras.ru](mailto:kuznetsov@ilan.ras.ru)

В работе представлены результаты количественного анализа изменений свойств дерново-подзолистых почв в зависимости от уровня рекреационного воздействия. Исследования проводились на территории двух крупнейших лесопарков Москвы: Национального парка «Лосиный остров» и Природно-исторического парка «Битцевский лес». В «Лосином острове» изучались дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы под елово-липовым лесом, а в «Битцевском лесу» дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы дубово-липового леса.

В каждом лесопарке на водораздельных пространствах было заложено по пять пробных площадей, соответствующих разным уровням рекреационной нагрузки, определенной по доли площади дорожно-тропиночной сети, характеризующих каждую из пяти стадий рекреационной дигрессии. Поскольку рекреационная нагрузка на почвы в пределах пробных площадей распределяется неравномерно, исследовались почвы в трех зонах: на тропинках, притропиночных участках (на удалении 20, 50 и 100 см) и зоне вне прямого влияния тропинок. В 0-5 см слое определялись: запасы и состав подстилки, твердость, плотность, агрегатный состав, содержание Сорг, рНвод и электропроводность почв. Статистическая обработка результатов проводилась в пакете STATISTICA ( $\alpha=0.05$ ).

Наибольшему влиянию рекреации подвержены почвы дорожно-тропиночной сети без твердого покрытия. Степень этих изменений и ширина зоны прямого влияния тропинок зависят от их типа, увеличиваясь в ряду от слабо к хорошо выраженным тропинкам от 20 до 50 см. При максимальной нагрузке в 13 - 14 раз падает коэффициент структурности почв, в 2,5-3,5 раза

возрастает твердость и на 0,35-0,42 г/см<sup>3</sup> плотность почв. Здесь же в 3-4 раза увеличивается электропроводность почв, в 2 раза возрастает содержание органического углерода и величина рНвод с 4,2-5,2 до 5,6-5,9. На хорошо выраженных тропинках запасы подстилки снижаются в 2-3 раза, а доля ее измельченной фракции увеличивается в 7-13 раз.

Сравнение изменений почвенных свойств на разных стадиях дигрессии, проведено на основе статистического анализа послыных выборок. Выборки объемом 17-54 получены с учетом долей площади тропинок, притропиночных зон и территории вне прямого влияния тропинок. Оно показало, что от I к V стадии дигрессии гумифицированный тип подстилки меняется на деструктивный, статистически значимо уменьшаются ее запасы, а в ее составе увеличивается доля измельченной фракции (в 3-7 раз). В верхнем слое почвы достоверно повышается твердость (в 2-3 раза), плотность (на 0,21-0,28 г/см<sup>3</sup>), содержание Сорг (с 1,7-2% до 2,9-3,3%), величина рНвод (на 0,4-0,8 ед.) и электропроводности (в 2-3 раза), коэффициент структурности снижается (в 4-5 раза). Величина этих изменений снижается с глубиной, где они часто проявляются лишь в виде тенденции.

Дискриминантный анализ полученных данных показал, что наиболее чувствительна к рекреационному воздействию структура почвы, тогда как одиночные вклады остальных почвенных свойств малы. Для разделения почв по стадиям дигрессии имеет значение только их совокупный вклад. Для характеристики рекреационных изменений свойств дерново-подзолистых почв под лесными экосистемами подходит выделение не пяти, а только трех стадий дигрессии. так как в этом случае доля правильного разделения для независимых данных составляет 75%.

УДК 631.458

## **ВОДНО-МИГРАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕЛИННЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ**

**Лозбенев Н.И., Козлов Д.Н.**

*ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва*  
[nlozbenev@mail.ru](mailto:nlozbenev@mail.ru)

Триада И.П. Герасимова «фактор-процесс-свойство» призвана добавить в традиционную модель почвенно-ландшафтных связей функциональную составляющую, – в явном виде выразить неоднородность почв от особенностей вещественно-энергетических потоков, трансформированных факторами почвообразования. Интенсивность и направленность вертикальных элементарных почвообразовательных процессов Ф.И. Козловский предложил выразить через изменение свойств почв, являющихся прямым результатом этого процесса – основных диагностических показателей (ОДП). Особенности латеральной дифференциации почв тот же автор связывает с элементарными ландшафтообразующими процессами, например, – водно-миграционными потоками, вызванными перераспределением поверхностного стока. В данной работе принята попытка связать особенности водного режима черноземов, как эле-

ментарного почвообразующего процесса, с процессами латеральной миграции влаги по элементам микро- и мезорельефа двух целинных участков Среднерусской возвышенности лесостепной зоны (Стрелецкая степь Центрально-Черноземного заповедника). На первом этапе обосновываются механизмы перераспределения поверхностного стока и их наиболее информативные топографические индикаторы.

По результатам детальной топографической съемки с шагом 5 м построены цифровые модели ложбинно-западного рельефа междуречья и ложбинного рельефа приводораздельного и прибалочного склона южной экспозиции. В качестве ОДП промывного и периодически промывного водного режима использована глубина вскипания вторичных карбонатов (HCL) с 10% раствором соляной кислоты в буровых на профилях с шагом 5-10 м и в типичных позициях микрорельефа. Суммарная выборка на междуречном участке – 118 буровых, на склоновом – 78. В программе SAGA рассчитано более 20 морфометрических величин (МВ), выражающих особенности топографии как фактора перераспределения атмосферных осадков. Зависимость глубины вторичных карбонатов от МВ искалась методом пошаговой регрессии.

Интегральная модель, описывающая варьирование глубины вскипания карбонатов в связи с микрорельефом включает всего 3 переменные. Первая – величина накопленного потока (FA – FlowAccumulation, м<sup>2</sup>) – описывает перераспределение стока по элементам линейной сети ложбин. Вторая – относительные превышения в локальной окрестности 20 м (TPI20 – TopographicPositionIndex, м) описывает повышенное вскипание карбонатов вблизи реликтовых сурчин и локальное перераспределение влаги микрорельефом. Особенности сквозного выщелачивания (до глубины 5 и более метров) луговато-черноземных почв днищ замкнутых суффозионных западин описываются третьей МВ – глубиной замкнутых понижений (CD – closeddepression, м).

Модель для междуречного участка описывает 83% варьирования изучаемого показателя со стандартной ошибкой 68 см. При исключении из модели луговато-черноземных почв западин стандартная ошибка снижается до 31 см, при коэффициенте детерминации 0,78. Модель глубины вскипания карбонатов для склонов южной экспозиции описывает 80% варьирования со стандартной ошибкой 25 см. Поскольку модели для плакорного и склонового участка не различаются по набору управляющих процессов и параметров, составлена общая модель глубины вскипания карбонатов в целинных лесостепных ландшафтах вида  $HCl=101+0,024*FA-360*TPI+602*CD$  ( $R^2=81\%$ , ст. ошибка = 65 см). Наибольший вклад в объяснение изменчивости глубины вскипания карбонатов дают CD ( $\beta=0,43$ ) и FA ( $\beta=0,42$ ). Они выражают два независимых механизма натечного увлажнения, как фактора интенсивного выщелачивания почвенных карбонатов до глубины 2-7 м в результате промывного водного режима. Вклад TPI меньше ( $\beta = -0,35$ ), т.к. локальные различия глубины вскипания, коррелирующие с особенностями микрорельефа в окрестности 20 м не превышают 1 м. В целом модель занижает глубину вскипания карбонатов в днищах замкнутых понижений и ложбин с водосборной площадью более 1 га и завышает вблизи сурчин.

Таким образом, латеральное и радиальное перераспределение влаги – критически важный процесс функционирования лесостепных ландшафтов, с приемлемой точностью может быть описан тремя элементарными процессами, выраженными через простые морфометрические величины земной поверхности: 1)

натечное увлажнение замкнутых понижений с учетом их глубины, 2) натечное увлажнение ложбин в зависимости от размеров их водосборной области, 3) последствия роющей деятельности сурков, коррелирующих с высотой микроповышений в окрестности 20 м. Задача следующего этапа – предложить физико-математическое описание водно-миграционных процессов поверхностного стока и водного режима почв как суммы установленных трех элементарных процессов.

УДК 631.46

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ИСКУССТВЕННО СОЗДАННЫХ ЭКОСИСТЕМ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА**

**Лысак Л.В.**

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва*

[lvlysak@mail.ru](mailto:lvlysak@mail.ru)

Городские ботанические сады являются закрытыми территориями, на которых ограничено негативное влияние города, а процессы почвообразования обладают определенной спецификой, характерной для искусственно созданных экосистем. Ботанические сады в городе играют рекреационную роль и выполняют экологическую функцию депозитария растений и микроорганизмов.

Оценка структуры и функционирования почвенной биоты в городских ботанических садах является необходимой для характеристики биологических свойств почв в настоящем и прогноза их изменений в будущем.

Была изучена биологическая активность верхнего горизонта следующих почв: техно-дерново-подзолистая на покровном суглинке под лиственницей сибирской, техно-дерново-подзолистая на покровном суглинке под липой сердцевидной, техно-дерново-подзолистая на покровном суглинке под кленом красным, серогумусовая почва на техногенных отложениях под елью сибирской, серогумусовая почва на техногенных отложениях под орехом маньчжурским, серогумусовая почва на техногенных отложениях под сообществом кленов, рекреазем на техногенных отложениях под газонной растительностью.

Мониторинг биологической активности почв искусственно-созданных экосистем Ботанического сада (БС) МГУ имени М.В. Ломоносова, проводившийся в течение 2010-2014 гг., свидетельствует о том, что напряженность микробиологических процессов, за редким исключением (азотфиксация) снижается в ряду: техно-дерново-подзолистая почва – серогумусовая почва – рекреазем. В целом, практически все показатели биологической активности ниже, чем в нарушенных почвах той же природной зоны (Южная Тайга).

Низкая обогащенность исследованных почв оксидоредуктазами и инвертазой свидетельствует о снижении интенсивности процессов синтеза гумусовых веществ, а значительная обогащенность почв уреазой – о загрязнении почв органическими азотсодержащими веществами (мочевина, аминокислоты, пептиды, белки, амины и т.п.), поступающими с городскими аэрозольными осадками. Свой вклад в обогащение почвы азотсодержащей органикой вносит значительная рекреационная нагрузка вследствие посещений БС МГУ человеком и животными.