



Прежде всего, использование анализаторов SKALAR дает возможность полной автоматизации анализа, работа в ночную смену, позволяет легко справиться с потоком образцов в сезон, экономия реагентов и получение точных результатов, имеется библиотека методов анализа (более 700 методик).

ДИНАМИКА АКТУАЛЬНОЙ КИСЛОТНОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ТЕХНОГЕННО ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕХНОГЕННОГО ПРЕССА

Р.А. МАКАРЕВИЧ

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия,
mak@tig.dvo.ru

Изучена динамика кислотности поверхностного 0 – 2,5 см слоя почв при 4-кратном их обследовании в период с 1977 по 2012 годы. Определение pH выполнено в рандомизированных выборках почв ключевого участка, расположенного в центре техногенной пустыни. Получены статистически значимые оценки изменения кислотности почв при ослаблении воздействия на них газо-пылевых эмиссий свинцового плавильного производства.

The four-time survey of the acidity dynamics of the surface 0 - 2.5-cm layer of soil was carried out during 1977 - 2012. A definition of pH was performed in the randomized samples of soils within the key plot located at the center of technogenic desert. The statistically significant assessments of soil acidity change were obtained when decreasing the effect on them of gas-dust emissions of the lead smelter.

Техногенно эродированные буроземы распространены на территории вблизи свинцово-плавильного завода, расположенного в с. Рудная пристань Дальнегорского района Приморского края. Производственная деятельность завода началась в 1929 г. К концу 40-х годов на прилегающей к нему в направлении господствующих ветров площади образовалась техногенная пустыня. Растительный покров и гумусовые горизонты почв отсутствовали. Поверхность была покрыта обломками горных пород.

Первое обследование техногенной пустыни выполнено в 1977 г. Тогда же в центре пустыни был выбран ключевой участок, на котором в узлах квадратной сетки со стороной квадрата 4 м рандомизированно [1] отобраны 30 почвенных образцов поверхностного слоя 0 – 2,5 см. Аналогичные отборы почв проведены в 1989, 1998 и 2012 годах. В эти временные интервалы завод работал в различных производственных режимах и оказывал различное по мощности воздействие газо-пылевыми эмиссиями на прилегающую территорию. До 1989 г. завод работал с нарастающими объемами выпуска продукции, затем до 1998 г. отмечалась

прогрессирующая стагнация производства и к 2005 г. деятельность завода была прекращена. С прекращением техногенных эмиссий началось достаточно быстрое и активное зарастание техногенной пустыни растительностью. Вначале на ней поселились устойчивые к данному типу токсикантов травянистые виды, затем - древесные. Под деревьями и в микропонижениях начал накапливаться растительный опад, под которым иногда прослеживается слабая проквашенность гумусом верхнего слоя почв.

Примененная методика отбора образцов позволила получать статистически значимые оценки отклика почв на динамику техногенного пресса. Обработка цифрового материала проведена в программе Statistica 6. Выполненные по этой схеме исследования соответствуют новой парадигме адаптивного мониторинга D.B. Lindenmayer и G.E. Likens [2].

Одна из важнейших характеристик, отражающих воздействие кислых осадений – почвенная кислотность. Полученные в разные годы выборки эмпирических значений pH в поверхностном слое эродированных почв отражают динамику этого показателя при различных объемах техногенного пресса на почвенный покров и на начальной стадии естественного восстановления ландшафта, когда действие газо-пылевых эмиссий отсутствовало (выборка 2012 г.). Ранжированные значения pH по каждой выборке образуют отдельные несовпадающие ряды, показывающие последовательное снижение кислотности почв со временем (рис. 1). Особенно заметное снижение кислотности почв произошло за период с 1998 по 2012 год, несомненно связанное с отсутствием подкисляющего эффекта техногенных эмиссий. Интересным оказался факт уменьшения кислотности почв в период с 1977 по 1989 г. Свинцовый завод работал на полную мощность, газовые эмиссии распространялись по прилегающей территории, тем не менее наблюдалось возрастание pH, особенно заметное в области низких значений. Это может быть связано как с эрозией поверхности техногенной пустыни и выходом на поверхность более глубоких слоев почв, так и вертикальной миграцией кислотных компонентов.

Значения pH поверхностного слоя почв при первичном их обследовании в 1977 г. изменялись от 3,82 до 4,21. При обследовании почв в 1989 г. диапазон колебания значений pH составлял 4,03 – 4,26. В выборках 1998 и 2012 годов значения pH варьировали от 4,12 до 4,43 и от 4,27 до 4,73, соответственно.

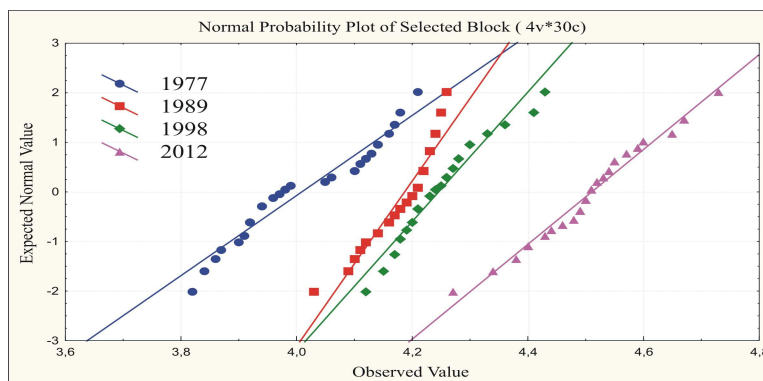


Рис. 1. Нормальные вероятностные графики эмпирических значений pH в выборках почв в различные годы опробования.

Характер пространственной неоднородности эмпирических значений pH оценен с помощью критерия Шапиро-Уилка (W). Полученные значения W для выборок 1977, 1989, 1998 и 2012 годов соответственно равны 0,928; 0,906; 0,948 и 0,979. Следовательно, вариабельность pH допустимо считать соответствующей закону нормального распределения в выборках 1977, 1998 и 2012 годов с $\alpha \geq 0,05$ и в выборке 1989 г. с $\alpha = 0,01$ ($W_{0,05; 30} = 0,927$ и $W_{0,01; 30} = 0,900$).

Рассчитанные для всех выборок статистические характеристики (табл. 1) также свидетельствуют о снижении кислотности эродированных почв, особенно заметном после прекращения действия на них техногенных эмиссий в период с 1998 по 2012 годы.

Кислотность почв в этом случае снизилась на 0,26 единицы рН. Выборочный размах эмпирических значений рН варьировал от 0,39 в 1977 до 0,23 в 1989, до 0,31 в 1998, до 0,46 в 2012 годах. Межквартильный размах величины рН составлял в 1977 0,20, в 1989 0,06, в 1998 0,08 и в 2012 0,09 единиц рН. Коэффициенты вариации равнялись 3,0 % в выборке 1977, 1,4 % в выборке 1989, 1,6 в выборке 1998 и 2,2 % в выборке 2012 годов.

Таблица 1. Статистические характеристики величин кислотности поверхностного слоя эродированных почв в выборках различных лет, n=30

Годы	Mean	Median	Mode	Min	Max	Variance	Std. Dev.	Standard	25th% case	75th% case
1977	4,01	3,98	3,92	3,82	4,21	0,0134	0,12	0,02	3,92	4,12
1989	4,19	4,21	4,22	4,03	4,26	0,0030	0,06	0,01	4,16	4,22
1998	4,25	4,24	4,21	4,12	4,43	0,0052	0,07	0,01	4,20	4,28
2012	4,51	4,51	Mult.	4,27	4,73	0,0099	0,10	0,02	4,46	4,55

Значимость различий средних в эмпирических выборках рН оценена с помощью t-теста для независимых переменных (табл. 2). Полученные значения t оказались значительно выше $|t_{0,05}| = 2,05$. Следовательно, с вероятностью более 95 % различия средних между выборками можно считать значимыми. Различия дисперсий оказались значимыми с $\alpha = 0,05$ ($F_{0,05} = 4,0$) только между выборками 1977-1989 годов. Различие дисперсий между выборками 1989-1998 и 1998-2012 годов оказались незначимыми.

Таблица 2. Значимость различий средних и дисперсий между выборками: n=30 df =58

Годы	Mean	Mean	t-value	p	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
1977 vs. 1989	4,01	4,19	-7,59	0,00	0,12	0,06	4,44	0,00
1989 vs. 1998	4,19	4,25	-3,57	0,00	0,06	0,07	1,71	0,16
1998 vs. 2012	4,25	4,51	-11,82	0,00	0,07	0,10	1,91	0,09

Сравнительный анализ значимости различий средних по почвенным выборкам разных лет наглядно представлены на диаграммах (рис. 2).

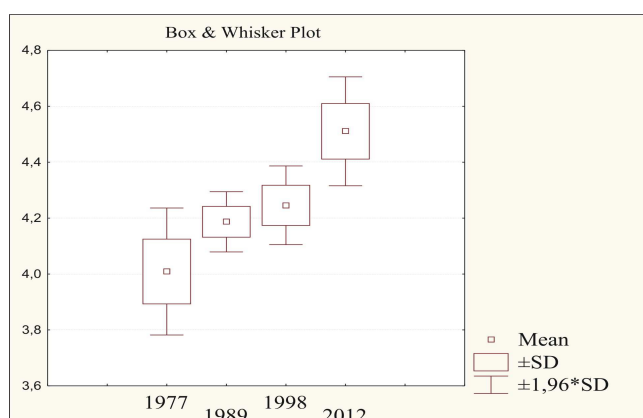


Рис. 2. Диаграммы размаха средних рН в выборках разных лет.

Диаграммы явно показывают, что наибольшие различия статистических характеристик существуют только между выборками 1977 и 2012 годов. Для них нет абсолютно никаких общих значений переменных. Выборки 1977 и 1989 годов значимо различаются средними и значениями рН в пределах стандартных отклонений. Однако ожидаемые значения рН из их доверительных интервалов могут быть одинаковыми. Между выборками 1989 и 1998 годов

различия значимы только для средних. В остальные интервалы входят одинаковые для обеих выборок значения рН. Различия между выборками 1998 и 2012 годов отчетливо значимы для средних и для значений рН в пределах стандартных отклонений. Значения рН между верхней границей стандартного отклонения и доверительным интервалом выборки 1998 года совпадают с таковыми между нижней границей стандартного отклонения и доверительным интервалом выборки 2012 года.

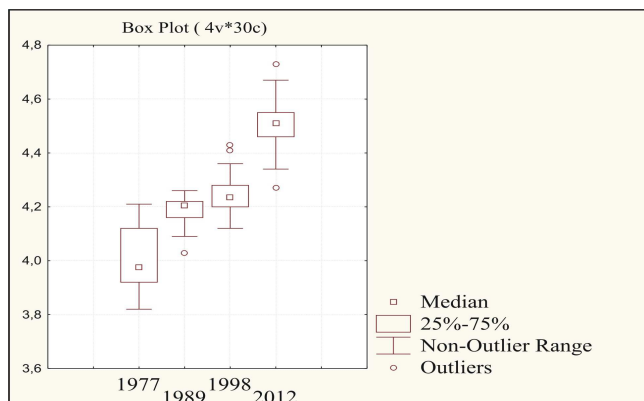


Рис. 3. Диаграммы размаха медиан рН в выборках разных лет.

Медианы выборок близки к значениям выборочных средних, а в выборке 2012 года эти значения совпадают. Диаграммы различий медиан (рис. 3) отражают тот же характер значимости различий по выборкам, который установлен для выборочных средних.

Таким образом, проведенное исследование позволило получить достоверные значимые оценки динамики кислотности поверхностного слоя техногенно-эродированных почв при изменении техногенной нагрузки. Средние значения рН составляли: в 1977 - $4,01 \pm 0,02$; в 1989 - $4,19 \pm 0,01$; в 1998 - $4,25 \pm 0,01$ и в 2012 - $4,51 \pm 0,02$. Наибольшее снижение кислотности почв произошло между 1998 и 2012 г. после ликвидации свинцового производства.

Литература

1. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М., Изд-во МГУ, 1972. - 292 с.
2. Lindenmayer D.B., Likens G.E. Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring // Trends in Ecology and Evolution. 2009. Vol. 24. No. 9. P. 482-486.

ВЛИЯНИЕ НАВОДНЕНИЙ НА ДИФФЕРЕНЦИАЦИЮ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ В ДОЛИННЫХ ЛАНДШАФТАХ БАССЕЙНА АМУРА

А.Ф МАХИНОВА, А.Н. МАХИНОВ

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия mahinova@ivep.as.khb.ru

Геохимические потоки, обогащенные растворами макро- и микроэлементов, формируются в период ливневых осадков или быстрого таяния снега при прохождении их сквозь почву. Миграционная активность химических элементов и направленность геохимических потоков в почвах зависят от принадлежности элемента к геохимической группе и контролируются составом органического вещества и соотношением различных форм Fe и Mn в профиле почв

Geochemical flows, enriched with sulfide-containing solutions, are formed when rainfalls or rapid melting snow penetrate the body of soils. Migrational activity of chemical elements and the direc-