

нируется детально изучить влияние полигона на реку Сясь и Ладожское озеро, составить релевантную и, главное, пертинентную модель рекультивации на примере полигона ТБО п. Красава Тихвинского района, техническое заключение и бюджетирование. Она может применяться для рекультивации всех несакционированных свалок и полигонов Ленинградской области со схожими геологическими условиями. В данной модели будут учитываться все геохимические ассоциации и закономерности миграции групп элементов, что сократит финансовые расходы, время уже на этапе оценки полигонов ТБО, а также поспособствует рационализации использования земельных ресурсов.

И. В. Грачева, Л. М. Маркова

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КУЛЬТУРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Автор дает экологическую оценку состояния культурных ландшафтов г. Челябинска. Приведены результаты сопоставления физико-химических свойств зональных фоновых почв и почв культурных ландшафтов, подверженных выбросам промышленных предприятий. Дана оценка устойчивости почв к химическому загрязнению. Рассмотрен вопрос об увеличении степени подвижности токсичных металлов в результате изменения рН почвенного раствора.

Ключевые слова: культурные ландшафты, экологическая оценка, физико-химические свойства почв, миграционная способность тяжелых металлов, потенциальная устойчивость.

I. Gracheva, L. Markova

The Ecological Assessment of the State and Functioning of Cultural Landscapes

The paper deals with the ecological assessment of the cultural landscape of Chelyabinsk focusing on the results of the comparison of physical and chemical properties of the background zonal soils and soils of cultural landscapes exposed to industrial emissions. The soil resistance to chemical contamination is estimated and the issue of increasing the degree of mobility of toxic metals due to the changes in the pH of the soil solution is discussed.

Keywords: cultural landscapes, ecological assessment, physical and chemical properties of soils, migration capacity of heavy metals, potential sustainability.

В настоящее время в формировании ландшафтов главенствующим фактором становится деятельность человека, которая непосредственно влияет на вещественно-энергетические потоки внутри экосистемы. Поэтому становится очевидной необходимость разработки методов экологической оценки состояния и функционирования ландшафтов, т. е. комплексный геоэкологический подход. Необходимо не только учитывать масштабы и свойства потоков, поступающих на существующие природные комплексы, но и оценивать степень их устойчивости, динамику изменений (отклик) в компонентах экосистемы и на основе выявленных тенденций прогнозировать дальнейшие изменения природного комплекса в целом.

С этих позиций в рамках данной работы авторами предпринята попытка оценить состояние и особенности функционирования культурных ландшафтов г. Челябинска, находящихся в зоне воздействия пылегазовых выбросов.

Коллективные сады — садовые некоммерческие товарищества (СНТ) являются одной из разновидностей культурных ландшафтов. Они имеют огромное значение для обеспечения населения продуктами растениеводства. Часть из них расположена в непосредственной близости от промышленных предприятий и испытывает существенный риск загрязнения почв и растительной продукции.

Объектом исследования является территория СНТ «Хлебосад», которая находится северо-восточнее городской черты г. Челябинска. К юго-западу и северо-западу от СНТ «Хлебосад» размещается промышленная зона двух крупнейших предприятий: металлургического и электрометаллургического комбинатов, в 100 м к востоку находится городская теплоэлектроцентраль (ТЭЦ). Интерес именно к этому СНТ вызван тем, что данная территория подвержена воздействию выбросов промышленных предприятий практически при любом направлении ветра.

Оба предприятия черной металлургии, несмотря на эффективную систему очистки и обеспыливания отходящих газов, являются источниками поступления в атмосферу органических загрязнителей и тяжелых металлов в составе отходящих газов.

Оценка вещественных потоков, поступающих в данный ландшафт с газопылевыми выбросами, осуществлялась с помощью метода снеговой съемки по сети 30×100 м. Почва отбиралась по той же сети с глубины 0–10 см между садовыми участками, где она наименее трансформирована, не подвергалась перекопке, рыхлению, орошению, внесению минеральных и органических удобрений. Всего отобрано и проанализировано 36 снеговых проб и 32 пробы почвы. Подготовка и анализ проб производились в лабораториях факультета экологии Челябинского государственного университета по стандартным методикам. Пыль снега и образцы почв анализировались спектральным полуколичественным методом в комплексной лаборатории ОАО «Челябинскгеосъемка».

Общеизвестно, что одна из основных физико-химических характеристик почвы — актуальная и обменная кислотность — зависит не только от типа почвообразования, геоморфологических условий, но и от химического состава и свойств осадков, вымывающих загрязняющие вещества из атмосферного воздуха.

Так, для территории промышленного освоения Уральского региона для осадков и талых вод характерны слабощелочная, щелочная и сильнощелочная реакции [1; 2]. Как показали результаты исследований, показатель рН снеговых проб, отобранных на территории садов, имеет среднее значение 6,5, максимальные значения достигают 7,2. В целом кислотнo-щелочная среда талой воды здесь является типичной для урбанизированных территорий.

Комплексных исследований по влиянию щелочных осадков на изменение свойств почв в окрестностях Челябинска ранее не проводилось, поэтому одной из задач, поставленных перед авторами, явилось сопоставление физико-химических свойств зональных фоновых почв (серых лесных и черноземов выщелоченных) и почв культурных ландшафтов, подверженных выбросам промышленных предприятий. Предварительное исследование почвенных образцов показало, что почвы СНТ «Хлебосад» более всего близки к черноземам выщелоченным.

В табл. 1 приведены результаты исследования водной и солевой вытяжки почв СНТ «Хлебосад».

Таблица 1

Показатели кислотности почв на территории СНТ «Хлебосад» [3]

рН вытяжки	Мин.	Макс.	Мода	Сред. арифм.	Ст. откл.	Фон*
Водная	7,2	8,4	7,9	7,7	0,31	6,5
Солевая	6,4	7,2	6,8	6,8	0,18	5,8

Из табл. 1 видно, что для водной и солевой вытяжки почв данных ландшафтов характерно значительное увеличение рН по сравнению с их природными аналогами. Реакция почвенного раствора в образцах меняется от слабощелочной до сильнощелочной и отклоняется от фонового значения этого показателя в среднем на единицу.

Поступление взвешенных веществ на почвенный покров СНТ «Хлебосад» варьируется в широком диапазоне от 0,32 до 8,01 кг/га в день и в среднем за сутки составляет 3,71 кг/га, что более чем в 20 раз превосходит аналогичный показатель для почв незагрязненных фоновых территорий (0,15 кг/га в сутки).

Концентрации Cr, Mo, Mn, Pb, Ni, Cu, Co в пробах пыли снега и в почвенных пробах значительно превышают концентрации в образцах, отобранных на фоновых территориях (табл. 2). Как видно из рисунка, в составе пыли снега значительно превышены фоновые концентрации хрома и молибдена, несколько меньше — марганца и свинца, что хорошо согласуется со структурой выбросов предприятий черной металлургии.

Таблица 2

Концентрации тяжелых металлов в пыли снега и в почвенных образцах СНТ «Хлебосад»

Пробы	Среднее содержание элементов, мг/кг						
	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Pb	Mo
Пыль снега СНТ	7700	2920	29	188	181	188	8,7
Пыль снега (фон)	150	500	15	50	50	20	1,5
Почвенные образцы СНТ	1220	955	44	332	79	52	2,5
Почвенные образцы (фон)	147	1026	13	59	45	35	1,0

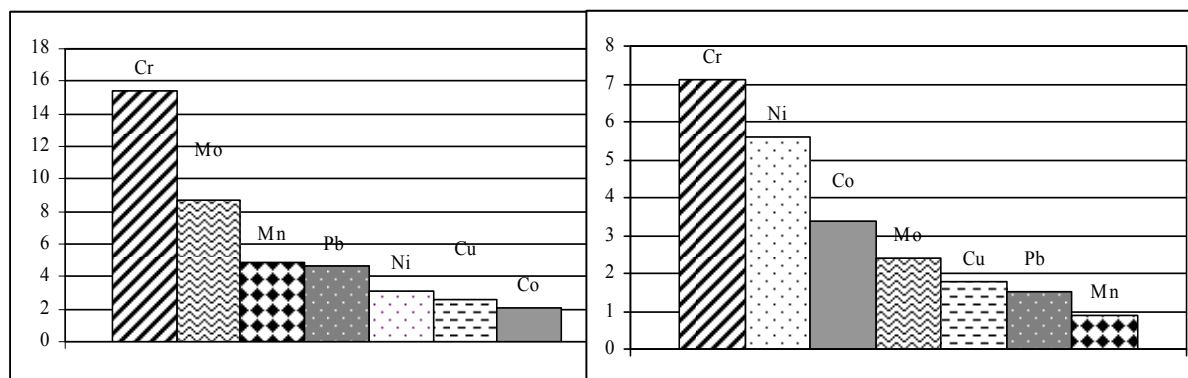


Рис. 1. Превышение фоновых содержаний элементов (Кк): слева — в пыли снега, справа — в почве

Распределение концентраций тяжелых металлов в почвенных образцах имеет несколько иной характер. Так, например, выявлено, что концентрации хрома варьируются в пределах 300–2000 мг/кг (в образцах, отобранных на фоновых территориях — 147 мг/кг).

Кроме того, в почвенных образцах наблюдаются высокие концентрации Ni и Co (по Ni ОДК превышен в среднем в 4,2 раза), в то же время в составе пыли снега содержание этих элементов незначительно отклоняется от фоновых показателей.

Несмотря на поступление большого количества Mo и Mn со взвешенными веществами, их концентрации в верхнем слое почвы близки к фону. Содержание Mn в почве изменяется от 700 до 1500 мг/кг (фон — 1030 мг/кг), Mo — от 1,0 до 4,0 мг/кг (фон — 1,0), что связано, вероятно, с низкой концентрацией этих элементов в почвенном покрове исследуемого участка. Так, например, содержание Mn в нижней части почвенного разреза составляет всего 500 мг/кг.

Для оценки защитных (буферных) возможностей почвы использовалась методика В.Б. Ильина [4], которая имеет ряд преимуществ по сравнению с другими шкалами балльной оценки почвенно-ландшафтных характеристик. В соответствии с этой методикой авторами использована прогрессивная шкала, отражающая защитные возможности каждого из свойств почвы. Кроме того, применена система баллов для химических элементов, повышающих свою подвижность в кислой или в щелочной среде.

Результаты оценки буферности (устойчивости) почв к химическому загрязнению представлены в табл. 3. Как видно из таблицы, основной вклад в потенциальную устойчивость почв вносит содержание физической глины и реакция среды. Суммарное количество баллов, отражающее буферность почв исследуемой площади к элементам, подвижным в кислой среде, составляет 39 (повышенная буферность); к элементам, подвижным в щелочной среде, — 29,5 (средняя буферность).

Таблица 3

Буферность почв СНТ «Хлебосад» (в баллах)

Физико-химические характеристики почв СНТ «Хлебосад»	рН вод.	Гумус, %	Физ. глина, %	Карбонаты общие, %	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ по Тамму, %
x _{ср} (n)/ lim	<u>7,72 (32)</u> 7,24-8,31	<u>7,04 (5)</u> 3,30-8,59	<u>21,30 (5)</u> 18,89-25,19	<u>2,48 (5)</u> 2,16-2,94	<u>0,48 (2)</u> 0,40-0,55
Количество баллов, полученных за счет	15 (2,5)*	6,5	10,0	6,5 (9,5) *	1,0

*В скобках указано количество баллов для элементов, подвижных в щелочной среде.

Выводы

1. В ходе проведения исследований выявилось, что рН водной и солевой вытяжки почв исследованных культурных ландшафтов выше, чем рН природных зональных почв (в среднем на единицу).

2. Масса пыли, поступающей на территории садовых товариществ в сутки, более чем в 20 раз превосходит аналогичный показатель для незагрязненных территорий.

3. В пыли снега концентрации хрома, молибдена, марганца и свинца значительно превышают эти же показатели в пыли проб, отобранных на фоновых территориях.

4. В пробах почв территории СНТ отмечаются высокие и очень высокие валовые концентрации хрома (300–2000 мг/кг), накопленные за время существования данного культурного ландшафта.

5. Буферность почв в СНТ «Хлебосад» к элементам, подвижным в щелочной среде, оценивается авторами как средняя, и дальнейшее поступление Cr^{6+} и Cr^{3+} с выпадениями из атмосферы может привести к повышению миграционной способности хрома в почве.

6. Дальнейшее увеличение значений pH почвенного раствора приведет к увеличению подвижности Cr^{6+} и Mo^{6+} , что, в свою очередь, будет способствовать накоплению избыточных концентраций данных элементов в продуктах растениеводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев С. М., Грачева И. В., Сапельцева Ю. А., Агеев С. Г. К вопросу о локальном и региональном уровне загрязнения атмосферы // Вестник Челябинского государственного университета. Серия «Экология». 2010. Вып. 4. № 8. С. 5–10.
2. Грачева И. В. Минерализация и кислотно-щелочные свойства снегового покрова промышленных городов Челябинской области // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2010. № 135. С. 112–117.
3. Грачева И. В., Маркова Л. М., Захарова У. С., Сальникова Н. С., Абакумова Т. Н. К вопросу о влиянии щелочных осадков на актуальную и обменную кислотность почв // Геология, геоэкология, эволюционная география: Сб. научных трудов. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. С. 134–140.
4. Ильин В. Б. Оценка буферности почв по отношению к тяжелым металлам // Агрохимия. 1995. № 10. С. 109–113.
5. Нестеров Е. М., Зарина Л. М., Пискунова М. А. Мониторинг поведения тяжелых металлов в снежном и почвенном покровах центральной части Санкт-Петербурга // Вестник МГОУ. 2009. № 1.
6. Нестеров Е. М., Грачева И. В., Зарина Л. М. Об информативности показателей общей минерализации и кислотно-щелочных свойств при определении степени загрязненности снегового покрова урбанизированных территорий // Экология урбанизированных территорий. 2012. № 3. С. 81–88.

REFERENCES

1. Abdullaev S. M., Gracheva I. V., Sapel'tseva Ju. A., Ageev S. G. K voprosu o lokal'nom i regional'nom urovne zagraznenija atmosfery // Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija "Ekologija". 2010. Vyp. 4. № 8. S. 5–10.
2. Gracheva I. V. Mineralizatsija i kislotno-shchelochnye svojstva snegovogo pokrova promyshlennyh gorodov Cheljabinskoj oblasti // Izvestija RGPU im. A. I. Gertsena. 2010. № 135. S. 112–117.
3. Gracheva I. V., Markova L. M., Zaharova U. S., Sal'nikova N. S., Abakumova T. N. K voprosu o vlijanii velochnyh osadkov na aktual'nuju i obmennuju kislotnost' pochv // Geologija, geoekologija, evoljucionnaja geografija: Sb. nauchnyh trudov. SPb: Izd-vo RGPU im. A. I. Gertsena, 2011. S. 134–140.
4. Il'in V. B. Otsenka bufernosti pochv po otnosheniju k tzhzhelym metallam // Agrohimiya. 1995. № 10. S. 109–113.
5. Nesterov E. M., Zarina L. M., Piskunova M. A. Monitoring povedenija tzhzhelyh metallov v snezhnom i pochvennom pokrovah tsentral'noj chasti Sankt-Peterburga // Vestnik MGOU. 2009. № 1.
6. Nesterov E. M., Gracheva I. V., Zarina L. M. Ob informativnosti pokazatelej obshchej mineralizatsiii kislotno-shchelochnyh svojstv pri opredelenii stepeni zagraznennosti snegovogo pokrova urbanizirovannyh territorij // Ekologija urbanizirovannyh territorij. 2012. № 3. S. 81–88.

Н. М. Эрман, В. А. Низовцев

ЛАНДШАФТНО-ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ г. СМОЛЕНСКА

Работа выполнена по проектам РФФИ № 11-05-01068-а и №12-05-00316-а.

Смоленск — один из древнейших городов России; его возникновение во многом было связано с освоением великого водного пути «из варяг в греки». Дальнейшее развитие города и его перенос на новое место были обусловлены ландшафтными особенностями и ресурсной базой местности.