

Почвенный покров новосибирского Академгородка и его эколого-агрономическая оценка

А. И. СЫСО, Б. А. СМОЛЕНЦЕВ, В. Н. ЯКИМЕНКО

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630099, Новосибирск, ул. Советская, 18
E-mail: syso@mail.ru*

АННОТАЦИЯ

Обследование почвенного покрова новосибирского Академгородка показало, что преобладающие в его составе дерново-подзолистые и серые почвы в зонах со слабой антропогенной нагрузкой сохранились в нативном состоянии. В зонах же с высокой антропогенной нагрузкой выявлено локальное загрязнение фосфором, кальцием и тяжелыми металлами естественных почв и урбаноземов, а на опытных полях обнаружено сплошное ухудшение агрохимических свойств агроземов.

Ключевые слова: почвенный покров, типы почв, состав и свойства почв, макро- и микроэлементы, тяжелые металлы.

Новосибирский Академгородок расположен на террасах долины реки Обь, где на песчаных и супесчаных отложениях сформировались дерново-подзолистые и серые почвы, слабоустойчивые к антропогенному воздействию. За полувековую историю Академгородка эти почвы, составляющие основу его почвенного покрова, претерпели определенные изменения, которые могут негативно сказаться на состоянии экосистемы в целом. Характеристике основных естественных, антропогенно преобразованных и антропогенных почв по положению в ландшафтах, морфологическому строению, составу и свойствам посвящена настоящая работа. В ней отражены результаты исследований, выполненных в 2008 г. по интеграционному проекту по заказу Президиума СО РАН № 10 “Динамика экосистем Академгородка: результаты полувековой эксплуатации”.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследовали почвенный покров Академгородка, в том числе: 1) естественные почвы лесных экосистем Академгородка с малым и высоким уровнем антропогенного воздействия; 2) антропогенные почвы – урбаноземы антропогенных экосистем; 3) антропогенно преобразованные почвы – агроземы Экспериментального хозяйства Института цитологии и генетики СО РАН (ИЦиГ).

Почвенное обследование выполнено в соответствии с требованиями к почвенным обследованиям [1]. Диагностика и классификация почв проведена по классификации и диагностике почв России [2].

Отбор почвенных образцов производился: в почвах естественных экосистем по основным генетическим горизонтам; в почвах агроэкосистем из слоя 0–20 см; в урбаноземах из слоев 0–5 (10) и 10–20 см.

Показатели состава и свойств почв определяли следующими методами: содержание гумуса – по Тюрину; гранулометрический

Сысо Александр Иванович
Смоленцев Борис Анатольевич
Якименко Владимир Николаевич

состав – по Качинскому; актуальную (pH_{H_2O}) и обменную (pH_{KCl}) кислотность почв – потенциометрически; подвижный фосфор и обменный калий извлекали 0,5 М раствором уксусной кислоты по методу Чирикова в модификации ЦИНАО; подвижную (обменную) форму Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Sr, Ca, Mg, K, Na экстрагировали ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8 методом Крупского – Александровой.

Измерение концентрации фосфора в вытяжках производилось фотоколориметрическим методом, концентрации металлов в вытяжках – атомно-абсорбционным методом.

Данные анализа состава и свойств почв оценивались по эколого-агрохимическим критериям, рекомендуемым при мониторинге почв [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение почвенного покрова любой территории в классификационном или географическом аспектах всегда начинается с выявления почвенных индивидуумов, его составляющих. Почвенный индивидуум – это минимальный объем почвы, горизонтальные размеры которого достаточно большие, чтобы иметь полный спектр вариабельности соотношений генетических горизонтов, соответствующий минимальной горизонтальной неоднородности почвы по диагностическим признакам.

Выявление и правильное диагностирование почвенных индивидуумов невозможно без предварительного изучения их морфологических, химических и физико-химических свойств. Содержание этой главы раскрывает специфику перечисленных свойств почв.

УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ПОЧВ В ЛАНДШАФТЕ

Почвенный покров Академгородка уникален своей азональностью. Как уже отмечалось ранее [4], согласно почвенно-географическому районированию Новосибирской области и природно-климатическому районированию Западной Сибири, территория Новосибирского научного центра (ННЦ) расположена в лесостепной зоне серых лесных почв, оподзоленных и выщелоченных черноземов.

Однако почвенный покров ННЦ на 85 % состоит из дерново-подзолистых почв, которые по экологическим условиям формируются в южно-таежных ландшафтах. Структурная организация почвенного покрова Академгородка обусловлена не климатическими факторами, а литолого-геоморфологическими особенностями территории. Рельеф и почвообразующие породы являются основными дифференцирующими факторами почвенного покрова Академгородка. Кроме того, время как фактор почвообразования имеет место в формировании современного почвенного покрова. Разновременное формирование террас р. Оби соответствующим образом повлияло на морфологические особенности развивающихся на них почв. Полевые исследования показали, что почвообразованием затронута только верхняя перевеянная толща древнеаллювиальных отложений, которые подстилаются нетрансформированным слоистым речным аллювием. Перевеянные, относительно однородные отложения имеют различную мощность в зависимости от приуроченности их к разным террасам. Так, на 1-й, самой молодой, надпойменной террасе толща этих отложений не превышает 1 м. Профили развивающихся на ней почв имеют мощность не более 1 м. Помимо укороченной мощности профили формирующихся здесь почв слабо дифференцированы на горизонты. На 2-й надпойменной террасе толща этих отложений 1–1,5 м, на 3-й достигает 2 м, т. е. самые мощные, самые развитые и четко дифференцированные на горизонты почвенные профили сформировались на 3-й надпойменной террасе.

Все почвы территории новосибирского Академгородка можно представить в виде классификационной схемы (табл. 1). На большей части исследованной территории (93,5 %) почвообразование происходит на сформировавшейся минеральной почвообразующей породе и существенно не нарушается отложением свежего материала. В таких условиях развиваются постлитогенные текстурно-дифференцированные почвы, представленные четырьмя типами: дерново-подзолистыми, дерново-подзолисто-глеевыми, серыми и серыми глеевыми почвами. На подтипы эти почвы разделяются по таким морфологическим признакам, как выраженность текстурного

Классификационная схема почв новосибирского Академгородка

Ствол	Отдел	Тип	Подтип	Формула профиля	
Постлитогенные	Текстурно-дифференцированные	Дерново-подзолистые	Псевдофибровые	AY-EL-Bff-C~~	
			Псевдофибровые поверхностно-глееватые	AYg-ELg-Bff-C~~	
			Псевдофибровые грунтово-глееватые	AY-EL-Bff-Cg~~	
			Типичные	AY-EL-(BEL)-BT-(C)C~~	
			Типичные поверхностно-глееватые	AYg-ELg-(BEL)-BT-(C)C~~	
			Типичные грунтово-глееватые	AY-EL-(BEL)-BT-Cg (C~~)	
		Дерново-подзолисто-глеевые	Серые	Типичные	AY-AEL-BEL-BT-C
				Поверхностно-глееватые	AYg-AELg-BEL-BT-C
				Грунтово-глееватые	AY-AEL-BEL-BTg-Cg
				Типичные	AY-AEL-BELg-BTg-CG
Серые глеевые	Серые глеевые	Типичные	AYe-C~~		
		»	AY-G-CG~~		
		Омергеленные	H-Gml-CG~~		
Синлитогенные	Аллювиальные	Аллювиальные дерновые	Типичные	AYe-C~~	
		Аллювиальные луговые	»	AY-G-CG~~	
		Аллювиальные перегнойно-глеевые	Омергеленные	H-Gml-CG~~	

горизонта (BT), наличие или отсутствие признаков поверхностной или внутрипочвенной глееватости. Это почвы водосборных территорий: водоразделов, склонов, ложбин стока.

В поймах рек, где почвообразование протекает одновременно с осадконакоплением, формируются синлитогенные аллювиальные почвы, представленные тремя типами: аллювиальными дерновыми (серогумусовыми), аллювиальными луговыми (серогумусовыми глеевыми) и аллювиальными перегнойно-глеевыми.

В ходе полевых исследований выявлены основные закономерности распространения почв в ландшафтах ННЦ (табл. 2). Как видно из табл. 2, к наиболее дренированным территориям надпойменных террас – хорошо выраженным увалам и их склонам, придолинным расчлененным территориям – приурочены автоморфные дерново-подзолистые почвы. Образование и формирование этих почв в данном рельефе сопряжено с распространенными здесь породами песчаного и су-

песчаного гранулометрического состава. На подобных дренированных территориях лесового плато (в восточной части) формируются зональные серые лесные почвы. Подтипы и виды дерново-подзолистых почв имеют четкую геоморфологическую приуроченность. Так, дерново-подзолистые псевдофибровые почвы распространены только в пределах 1-й надпойменной террасы. Это самые молодые почвы данного типа. Крайне мелкодерновые (AY до 10 см) глубокоподзолистые почвы распространены на 2-й и 3-й надпойменных террасах. Наиболее развитые мелкодерновые (AY 10–15 см) глубокоподзолистые почвы встречаются преимущественно в пределах 3-й террасы.

На плоских террасах, выположенных уступах вогнутых склонов, в микрозападинах водораздельных территорий, а также в мелких (не превышающих 1 м) ложбинах стока формируются поверхностно-глееватые подтипы дерново-подзолистых и серых почв. В более глубоких (1–5 м) ложбинах стока, где

Распространение основных типов почв в ландшафтах ННЦ

Почвы	Ландшафт
Дерново-подзолистые псевдофибровые	Вершины гряд первой надпойменной террасы на песчаных отложениях под сосняками
Дерново-подзолистые псевдофибровые поверхностно-глееватые	Выполженные участки на дренированных повышениях первой надпойменной террасы, сложенные песчаными отложениями под сосняками с кустарниковым ярусом
Дерново-подзолистые псевдофибровые грунтово-глееватые	Нижние части склонов гряд и увалов 1-й надпойменной террасы на супесчаных переувлажненных, в пределах метра слоистых отложениях под кустарниково-березово-сосновыми лесами
Дерново-подзолистые псевдофибровые грунтово-глеевые	Подшвы увалов на переходе к поймам рек, мезопонижения на первой надпойменной террасе в виде плоских слабодренированных ложбин стока под березово-кустарниковыми растительными сообществами, редкими соснами на супесчаных оглеенных отложениях
Дерново-подзолистые типичные	Склоны увалов между террасами, гребни древнего дюнного рельефа под ксерофитными сосновыми лесами на супесчаных отложениях
Дерново-подзолистые поверхностно-глееватые	Плоские поверхности надпойменных террас, микрозападины и мелкие ложбины стока на супесчаном переувлажненном аллювии под сосновыми, реже березово-сосновыми лесами
Дерново-подзолистые грунтово-глееватые	Выполженные уступы на вогнутых склонах, мезопонижения на террасах, хорошо выраженные неглубокие ложбины стока, сложенные супесчаными, внизу переувлажненными отложениями под кустарниково-березово-сосновыми лесами
Дерново-подзолисто-глеевые	Днища ложбин и балок, подошвы увалов, примыкающие к пойме р. Ельцовка под пологом кустарниковых растительных сообществ на оглеенных супесчаных, реже легкосуглинистых отложениях
Серые типичные	Увалы и их склоны лессового плато с легкосуглинистыми карбонатными отложениями под травяными березовыми лесами
Серые поверхностно-глееватые	Замкнутые микрозападины, небольшие участки на вогнутых склонах лессового плато, сложенные легко- и среднесуглинистыми карбонатными отложениями под травяными березовыми лесами с кустарниковым подлеском
Серые грунтово-глееватые	Днища мелких ложбин стока лессового плато на переувлажненных легко- и среднесуглинистых карбонатных отложениях под осиново-березовыми лесами с кустарниковым подлеском
Серые глеевые	Днища логов и балок лессового плато на оглеенных в разной степени эрозивно-деформированных отложениях преимущественно среднесуглинистого гранулометрического состава под пологом осиново-ивовых высокотравных лесов
Аллювиальные дерновые	Поймы рек на аллювиальных отложениях под ивово-осиновыми растительными сообществами
Аллювиальные луговые	Участки в пойме р. Зырянки на оглеенном слоистом аллювии под осоково-ивовой растительностью
Аллювиальные перегнойно-глеевые	Заболоченные участки, как правило, в притеррасной части пойм на оглеенном аллювии под заболоченными осоково-ивовыми местообитаниями. В пойме р. Зырянки встречаются под пологом елового леса

есть сезонный внутрипочвенный сток, приводящий к переувлажнению нижних горизонтов почвенного профиля, формируются грунтово-глееватые подтипы.

Наиболее влажные глеевые подтипы дерново-подзолистых и серых почв формируются в мезопонижениях рельефа днища ложбин и балок, подошвы увалов на переходе к заболоченным притеррасным поймам.

На составленной в результате исследований почвенной карте Академгородка (рис. 1) большая часть контуров обозначена двойными индексами. Между ними стоят значки (+, x, -, *). Такие сложные индексы ставились на участках, где характер границ между почвенными контурами носил неясный характер, или при наличии множества мелких пятен почв (не входящих в масштаб карты) на фоне одной почвы. Этими индексами обозначаются комбинации почв в пределах выделенного контура, а значками – виды комбинаций. Выделены следующие виды почвенных комбинаций: вариации – (+), пятнистости – (x), комплексы – (*) и сочетания – (-). Под комплексами понимается чередование мелких пятен почв одного типа на фоне другого. Образование комплексов связано с изменением микрорельефа. Пятнистости – это чередование почв одного типа и даже подтипа, но имеющих различную мощность диагностирующего горизонта (например, дернового (гумусового)). Под сочетаниями подразумевается чередование почв разных типов в связи с изменением мезорельефа. Развиваются компоненты сочетаний в различных ландшафтах, с односторонней геохимической зависимостью. Вариации – это чередование почв разных подтипов в связи с изменением мезорельефа. Отличаются от сочетаний более низкой контрастностью.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ

Дерново-подзолистые почвы. Морфологические различия профилей почв в этом типе связаны с возрастом почв и наличием или отсутствием поверхностного или грунтового переувлажнения. Типичный профиль дерново-подзолистых почв имеет следующую формулу: АУ-ЕL-(ВЕL)-ВТ-(С)С~~, где АУ –

серогумусовый (дерновый) аккумулятивный горизонт, мощностью от 5 до 15 см, непрочной мелкокомковатой структуры; ЕL – элювиальный горизонт, всегда самый светлый в профиле, верхняя его часть может иметь светло-бурый или палевый оттенок из-за прокраски его органоминеральными железосодержащими соединениями. Рыхлый, бесструктурный; ВЕL – переходный субэлювиальный горизонт, обнаружен не во всех профилях рассматриваемых почв, что связано с их легким гранулометрическим составом. Характеризуется чередованием белесых и коричневых пятен; ВТ – текстурный горизонт, самый плотный в профиле, коричневой окраски, комковато-призматической структуры.

Текстурный горизонт обычно залегает непосредственно на подстилающей породе – слоистом аллювии (С~~). Почвообразующая порода самостоятельно не выделяется, так как вся перевеянная толща древнеаллювиальных отложений охвачена процессом почвообразования. Слоистость подстилающей породы препятствует вертикальному перемещению влаги и углублению почвенного профиля.

Отличие морфологического строения (АУ-ЕL-Вff-С~~) профилей дерново-подзолистых псевдофибровых подтипов от типичных – в отсутствии текстурного горизонта ВТ и наличии коричневых уплотненных, сцементированных окислами железа, тонких (менее 1 см) извилистых прослоек – псевдофибров. Последние являются временными водупорами и уловителями тонких частиц. Горизонт Вff – это первичная стадия образования текстурного горизонта.

Поверхностно-глееватые подтипы дерново-подзолистых почв отличаются от типичных наличием охристо-ржавых пятен в верхних горизонтах АУg-ЕLg, свидетельствующих о периодическом поверхностном переувлажнении. Грунтово-глееватые подтипы характеризуются наличием признаков переувлажнения в нижней части профиля. Помимо ржавых пятен может наблюдаться сизоватость в окраске горизонтов.

Серые почвы. В отличие от дерново-подзолистых почв характеризуются большей аккумуляцией гумуса. В профиле это проявляется в более интенсивной серой окраске серогумусового горизонта (АУ), его увели-

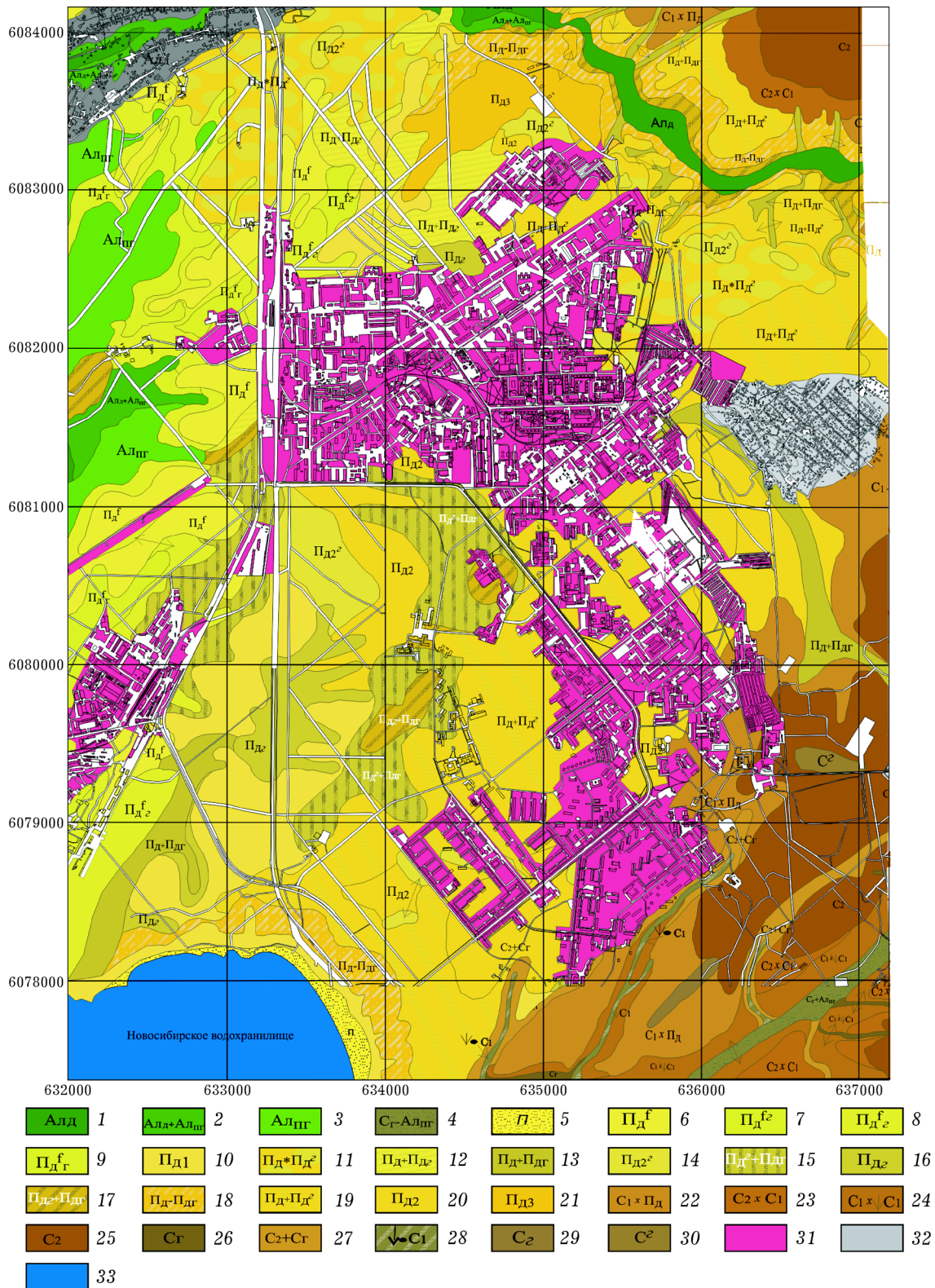


Рис. 1. Почвенная карта новосибирского Академгородка, современное состояние (2008 г.).

1 – аллювиальные дерновые; 2 – аллювиальные дерновые в комплексе с аллювиальными перегнойно-глеевыми; 3 – аллювиальные перегнойно-глеевые; 4 – сочетания серых глеевых с аллювиальными луговыми и аллювиальными перегнойно-глеевыми; 5 – аллювиальные слоистые; 6 – дерново-подзолистые псевдофибровые; 7 – дерно-

ченной мощности, а также в появлении переходного элювиально-гумусового горизонта AEL. Общая мощность гумусового слоя (AY+AEL) в серых почвах может достигать 50 см. Профиль этих почв четко дифференцирован по элювиально-иллювиальному типу.

По днищам логов и балок встречаются серые глеевые намытые почвы. Профили их состоят из намытых слоев перегнойно-гумусового материала, а также слоев с высоким содержанием включений строительного мусора. Нижняя оглеенная часть почвенного профиля имеет сизовато-белесую окраску с большим количеством ржавых пятен. Сизоватость придает закисное железо, а ржавые пятна – это новообразования окисного железа.

СВОЙСТВА ПОЧВ И ИХ ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Почвы территорий с малой антропогенной нагрузкой. Из дерново-подзолистых почв наиболее молодые – дерново-подзолистые псевдофибровые, обозначенные на почвенной карте (см. рис. 1) индексом Π_d^f . Они распространены под сосновыми с примесью березы и сосново-березовыми с примесью осины лесами, произрастающими на перевеянных элювиальных супесчаных отложениях первой надпойменной террасы р. Оби. Молодость этих почв проявляется в неглубокой трансформации подзолообразовательным процессом толщи почвообразующих пород, сохранении в них повышенного содержания кальция и магния, обеспечивающих менее кислую реакцию среды этих почв по сравнению с другими подтипами дерново-подзолистых почв (табл. 3). Псевдофибровые дерново-подзолистые почвы

имеют высокое содержание подвижного фосфора, но низкое – калия и микроэлементов. Последние указывают на то, что изученные почвы не загрязнены тяжелыми металлами и могут служить, как и другие почвы с малым антропогенным воздействием, эталоном сравнения для оценки загрязнения аналогичных почв, находящихся под высоким антропогенным воздействием.

Среднедерновые глубокоподзолистые почвы ($\Pi_{д1}$ и $\Pi_{д2}$) с мощностью дернового горизонта до 10 и 15 см соответственно распространены на повышенных формах рельефа (элювиальных позициях ландшафтов) второй надпойменной террасы р. Оби. Они характерны для сосновых лесов без примеси мелколиственных деревьев рекреационной зоны Академгородка с малой антропогенной нагрузкой.

По своим физико-химическим свойствам и химическому составу эти почвы Академгородка близки аналогичным почвам на других участках долины р. Оби. Им свойственны (см. табл. 3): слабокислая реакция среды; среднее количество гумуса; песчаный – супесчаный гранулометрический состав; низкое или среднее содержание подвижных фосфора и калия, обменных оснований (кальция и магния); очень низкое по кобальту (Co) и цинку (Zn), низкое или среднее по меди (Cu), среднее или высокое по марганцу (Mn) содержание подвижной формы микроэлементов, относящихся к тяжелым металлам. На таких почвах могут произрастать только малотребовательные к условиям минерального питания растения, к которым относится сосна.

Низкое содержание макро- и микроэлементов в почвах обусловлено легким грану-

во-подзолистые псевдофибровые поверхностно-глееватые; 8 – дерново-подзолистые псевдофибровые грунтово-глееватые; 9 – дерново-подзолистые псевдофибровые глеевые; 10 – мелкодерновые глубокоподзолистые; 11 – комплексы дерново-подзолистых с дерново-подзолистыми поверхностно-глееватыми; 12 – вариации дерново-подзолистых с дерново-подзолистыми грунтово-глееватыми; 13 – вариации дерново-подзолистых с дерново-подзолистыми глеевыми; 14 – среднедерновые глубокоподзолистые поверхностно-глееватые; 15 – вариации дерново-подзолистых поверхностно-глееватых с дерново-подзолистыми глеевыми; 16 – дерново-подзолистые грунтово-глееватые; 17 – вариации дерново-подзолистых грунтово-глееватых с дерново-подзолистыми глеевыми; 18 – сочетания дерново-подзолистых, в том числе эродированных с дерново-подзолистыми глеевыми, в том числе намытыми; 19 – вариации дерново-подзолистых с дерново-подзолистыми поверхностно-глееватыми; 20 – среднедерновые глубокоподзолистые; 21 – глубокодерновые мелко- и неглубокоподзолистые; 22 – пятнистости светло-серых с дерново-подзолистыми; 23 – пятнистости серых со светло-серыми лесными; 24 – пятнистости светло-серых лесных со светло-серыми лесными эродированными; 25 – серые; 26 – серые глеевые; 27 – вариации серых с серыми глеевыми смыто-намытыми; 28 – серые глеевые смыто-намытые; 29 – серые грунтово-глееватые; 30 – серые поверхностно-глееватые; 31 – урбаноземы; 32 – агроземы; 33 – Новосибирское водохранилище

рН (Н ₂ О)	Гумус, %	Частицы <0,01 мм, %	Подвижные, мг/кг		Обменные, мг/кг	
			Р ₂ О ₅	К ₂ О	Са	Мg
Почвы территорий с малым антропогенным воздействием.						
6,4	3,7	15	160	40	1700	145
Мелко- и среднедерновые грубо						
5,8±0,2	1,7±0,2	8±2	35±11	49±22	1210±870	55±33
Дерново-подзолистые грун						
5,5	2,3	12	23	37	440	42
Среднедерновые глубокоподзолистые						
5,6	3,0	16	85	127	900	34
Глубокодерновые мелко- и не						
6,0	3,4	18	207	148	1254	165
Серые						
5,9±0,3	3,8±0,5	17±4	206±82	55±14	1428±446	103±42
Серые глеевые						
6,9±0,4	2,7±0,3	18±3	356±26	130±25	2097±171	68±58
Аллювиальная пере						
7,7	13,2	–	196	118	45100	100
Территории естественных экосистем с высоким антропо						
8,0	–	–	99	25	57200	814
Мелко- и среднедерновые грубо						
6,3±0,2	4,0±0,4	13	134±42	57±25	1600±860	81±45
Среднедерновые глубокоподзолистые						
6,5±0,2	5,1±0,3	16	162±73	56±22	1919±687	99±41
Селитебные, производственные и транспортные						
7,4	–	–	197±53	195±74	7340±5463	201±116
Урбаноземы аккумуля						
6,8	–	–	250±160	238±52	5403±2652	218±137
Урбаноземы						
7,2	–	–	384±165	187±69	6931±2096	220±65

лометрическим составом почвообразующих пород, в которых абсолютно преобладает бедный химическими элементами кварц, и крайне малым содержанием глинистых минералов, гумуса и высокой долей в нем фульвокислот, образующих с металлами раство-

римые комплексные соединения, способные мигрировать с поверхностными и почвенными водами.

Малое количество органического вещества в мелко- и среднедерновых глубокоподзолистых почвах, кислая реакция среды,

Т а б л и ц а 3

Эколого-агрехимические показатели состава и свойств почв экосистем новосибирского Академгородка

Подвижные, мг/кг								
Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Дерново-подзолистые псевдофибровые почвы (Π_d^f)								
0,03	<0,05	<0,5	0,2	25	44	0,9	0,5	1,1
коподзолистые почвы ($\Pi_{д1}$, $\Pi_{д2}$)								
0,03±0,01	<0,05	<0,5	0,3±0,2	28±13	26±23	0,6±0,3	0,9±0,5	0,9±0,4
тово-глееватые почвы ($\Pi_{д2}$)								
0,02	<0,05	<0,5	0,2	24	30	0,3	1,0	0,8
поверхностно-глееватые почвы (Π_d^z)								
0,03	<0,05	<0,5	0,4	78	35	0,3	1,2	1,2
глубокоподзолистые почвы ($\Pi_{д3}$)								
0,05	<0,05	<0,5	0,3	20	35	0,3	<0,1	0,8
почвы (C_2)								
0,04±0,02	<0,05	<0,5	0,3±0,1	16±6	39±6	1,2±0,7	0,3±0,1	1,4±0,8
почвы (C_r)								
0,05±0,03	0,2±0,1	<0,5	0,3±0,1	38±33	36±12	0,8±0,7	1,3±0,6	1,2±0,8
гнойно-глеевая ($A_{лд}$)								
0,02	<0,1	0,5	0,2	3	40	<0,05	<0,1	0,8
погенным воздействием. Аллювиальные дерновые ($A_{лд}$)								
0,80	<0,1	<0,5	2,3	80	149	2,7	19,9	40,9
коподзолистые почвы ($\Pi_{д1}$, $\Pi_{д2}$)								
0,05±0,03	0,3±0,2	<0,5	0,3±0,1	20±9	44±21	0,8±0,6	0,8±0,6	2,0±0,9
поверхностно-глееватые почвы (Π_d^z)								
0,06±0,02	0,5±0,4	<0,5	0,3±0,1	14±7	66±16	0,6±0,3	1,3±1,1	3,7±1,9
зоны. Урбаноземы элювиальных ландшафтов								
0,07±0,03	0,7±0,2	<0,5	0,3±0,1	10±4	44±15	0,5±0,3	6,5±12,2	18,0±16,8
лятивных ландшафтов								
0,13±0,09	0,7±0,6	<0,5	0,3±0,1	40±30	64±20	0,7±0,3	12,6±24,6	21,2±18,7
газонов								
0,16±0,13	0,5±0,1	<0,5	0,3±0,1	8±2	53±13	0,6±0,1	2,9±3,3	27,6±9,2

низкое содержание глинистых частиц, полуторных оксидов, обменных оснований обуславливают наименьшую буферность этих почв к поллютантам и неустойчивость к их воздействию других компонентов экосистем.

Дерново-подзолистые грунтово-глееватые почвы второй надпойменной террасы Оби ($\Pi_{д2}$), приуроченные к днищам неглубоких ложбин стока, формируются под сосновым с примесью березы и кустарников лесом. Эти почвы трансаккумулятивных ландшафтов

геохимически подчинены мелко- и среднедерновым глубокоподзолистым почвам элювиальных ландшафтов.

Формируясь в условиях повышенного грунтового увлажнения, дерново-подзолистые грунтово-глееватые почвы по сравнению с почвами повышенных форм рельефа содержат больше органического вещества и глинистых частиц, но меньше подвижных форм фосфора и калия, кальция и магния, а также тяжелых металлов (см. табл. 3). Почвы также имеют незначительную буферность по отношению к поллютантам, которые дополнительно могут поступать в них за счет миграции с повышенных форм рельефа.

Дерново-подзолистые поверхностно-глееватые почвы ($\Pi_{др}$) сформировались в пониженных замкнутых формах рельефа под березово-сосновыми лесами с примесью кустарников. Они находятся в геохимическом подчинении со среднедерновыми глубокоподзолистыми почвами. На формирование поверхностно-глееватых почв в отличие от предыдущих грунтовые воды не оказывают влияния. Их гидроморфизм обусловлен временным переувлажнением поверхностных горизонтов тальными и ливневыми водами, в том числе поступающими с элювиальных позиций ландшафтов. Поэтому дерново-подзолистые поверхностно-глееватые почвы содержат больше гумуса, макро- и микроэлементов, чем грунтово-глееватые подтипы (см. табл. 3).

Глубокодерновые мелко- и неглубокоподзолистые почвы ($\Pi_{дз}$) березовых с примесью сосны лесов распространены на третьей надпойменной террасе Оби. Это наиболее плодородные из всех рассмотренных родов и видов дерново-подзолистых почв. Они сформировались на почвообразующих породах супесчаного гранулометрического состава с высокой долей глинистых минералов, обогащенных макро- и микроэлементами. По своему составу и свойствам эти почвы близки к соседствующим с ними серым почвам березовых лесов (см. табл. 3). Для них характерны: слабокислая реакция среды, относительно высокое содержание органического вещества, высокое содержание подвижного фосфора, повышенное или среднее содержание обменных калия, кальция и магния, малое количество микроэлементов. Наличие относительно

мощного (более 15 см) дернового горизонта, обогащенного органическим веществом, способного инактивировать поллютанты, делает глубокодерновые подзолистые почвы наиболее устойчивыми из всех почв этого типа к загрязнению тяжелыми металлами.

Серые почвы (C_2) относятся к зональным почвам северной лесостепи обского правобережья. Они составляют основу почвенного покрова третьей надпойменной террасы Оби и склонов лессового плато, формируются на повышенных формах рельефа восточной части Академгородка под березовыми лесами и остепненными лугами. Эти почвы наряду с дерново-подзолистыми входят в состав земель сельскохозяйственного использования в Экспериментальном хозяйстве ИЦиГ СО РАН.

Почвообразующими породами темно-серых и серых почв служат, как правило, легкие лессовидные суглинки, а светло-серых почв – перевеянные аллювиальные супеси с высокой долей частиц физической глины.

Почвы типа серые глеевые (C_r), включающие подтипы серые грунтово-глееватые (C_2) и серые поверхностно-глееватые (C^2), сформировались в пониженных – аккумулятивных формах рельефа, геохимически подчиненных элювиальным ландшафтам с серыми автоморфными почвами.

Такое местоположение серых глеевых почв обуславливает обогащение их карбонатами и многими химическими элементами. Поэтому данные почвы имеют, как правило, нейтральную или близкую к нейтральной актуальную кислотность, очень высокое содержание подвижного фосфора, высокое содержание калия и обменных оснований. По количеству подвижных микроэлементов они схожи со своими автоморфными аналогами.

Аллювиальные почвы, сформировавшиеся вдоль заболоченных русел ручьев и речек, как правило, обладают небольшим по мощности органометным горизонтом, имеющим слабощелочную реакцию среды из-за высокого содержания в нем карбонатов кальция. На территориях с малой антропогенной нагрузкой они, как и другие почвы, бедны микроэлементами. Примером могут служить аллювиальные перегнойно-глеевые ($Al_{пг}$), выявленные на первой надпойменной терра-

се р. Зырянки (см. табл. 3), где они сформировались на слоистых карбонатных аллювиальных отложениях.

Иная ситуация наблюдается в долинах рек, несущих загрязненные воды с территории Академгородка, из которых поллютанты поступают в ландшафты с аллювиальными почвами. Таким примером служит аллювиальная дерновая почва (Алд), сформировавшаяся в долине одной из малых речек, протекающих по первой надпойменной террасе Оби. В этой почве помимо загрязнения ее кальцием и магнием обнаружены превышающие предельно допустимые для почв концентрации обменной формы кадмия, меди, марганца, свинца и цинка (табл. 4). Полученные данные указывают на то, что по естественным водотокам, дренирующим территорию Академгородка, идет сброс загрязняющих ее химических элементов.

Почвы территорий с высокой антропогенной нагрузкой. За полвека развития ННЦ в результате строительства зданий институтов, производственных корпусов, жилья и транспортных коммуникаций, создания опытных полей и дачных участков и т. п. естественный почвенный покров был нарушен на значительных площадях. Наибольшую часть этих площадей заняли селитебные, производственные и транспортные зоны, где сформировались урбоэкосистемы с соответствующим им почвенным покровом. Меньшая часть нарушенных земель ННЦ приходится на агроэкосистемы (опытные поля, огороды и дачи) (см. рис. 1).

В пределах территорий с высокой антропогенной нагрузкой сохранились фрагменты естественных ландшафтов с присущим им растительным и почвенным покровом. Однако эти ландшафты испытывают на себе различные виды антропогенного воздействия: загрязнение неорганическими и органическими веществами, захламление мусором, заражение инородными экосистемам микроорганизмами, механическое воздействие на растения и почвы, изменение гидрологического режима и т.д. Все это может отражаться на свойствах и составе почв и, как следствие, на состоянии экосистем в целом.

Исследования показали, что в находящихся под активным антропогенным воздействи-

ем лесах Академгородка специфичные среднедерновые глубокоподзолистые ($\Pi_{д1}$ и $\Pi_{д2}$) и дерново-подзолистые поверхностно-глееватые ($\Pi_{др}$) почвы стали менее кислыми из-за антропогенного поступления в них кальция и магния.

Эколого-агрохимическая оценка произошедших изменений состава и свойств этих почв говорит о следующем. В отличие от бедных макро- и микроэлементами дерново-подзолистых почв сосновых лесов с малой антропогенной нагрузкой в почвах антропогенно нарушенных лесов Академгородка возросло содержание макроэлементов, особенно кальция и фосфора, а также микроэлементов, относящихся к тяжелым металлам, прежде всего цинка, но их концентрации ниже предельно допустимых (ПКД). По составу и свойствам почвы лесов внутри Академгородка приблизились к более плодородным дерново-подзолистым и серым сосново-березовых и березовых лесов. Это, наряду с переуплотнением вытаптываемого верхнего почвенного слоя и заражением его инородной микрофлорой, может служить одной из причин ухудшения состояния произрастающих в зоне высокого антропогенного воздействия сосняков и внедрения в них конкурентных видов растений, более требовательных к элементам минерального питания.

Урбаноземы. К почвам урбоэкосистем – урбаноземам отнесены сильно нарушенные антропогенной деятельностью естественные почвы и искусственно созданные почвы селитебной, производственной и транспортной зон. Урбаноземы резко отличаются от нативных почв естественных экосистем. Для верхней части профиля урбаноземов характерно наличие двух слоев: верхнего – мелкозема с высоким содержанием гумуса и нижнего – засыпанного строительного мусора. Исследование состава и свойств урбаноземов показало, что из-за загрязнения кальцием и магнием эти почвы имеют нейтральную или близкую к ней реакцию среды. Они, как правило, обогащены фосфором и калием, загрязнены свинцом и цинком, средняя концентрация которых превышает ПДК, а в отдельных случаях достигает величин, токсичных для почвенной биоты и растений. В целом концентрация подвижных тяжелых металлов в ур-

№ участка	рН (H ₂ O)	рН (KCl)	Гумус, %	Частицы <0,01 мм, %	Подвижные, мг/кг		Обменные, мг/кг	
					P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Дерново-подзолистая почва в сосново-березовом лесу между								
–	5,6	–	2,3	16,0	207	148	1254	165
Средние показатели в серых почвах								
–	6,1	5,4	2,6	18,1	172	80	1235	110
Участки дальнего								
A	6,8	6,5	1,3	20,4	120	40	–	–
B	6,2	5,8	1,8	22,4	181	38	–	–
C	6,5	6,2	1,8	21,4	205	38	–	–
D	6,3	5,8	2,2	22,6	189	36	–	–
E-1	6,0	5,6	1,4	26,0	164	42	–	–
E-2	5,9	5,8	1,5	21,6	155	44	–	–
G	6,4	6,0	1,6	19,3	185	40	–	–
F	6,0	5,7	1,9	20,9	136	43	–	–
X	5,9	5,6	2,2	25,6	98	42	–	–
АИПА	6,6	6,4	1,4	20,2	137	50	–	–
Агросерая (агродерново-подзолистая) почва из								
АИПА	6,9	–	1,4	15,4	417	30	2420	97
Участки ближних действующих								
P	5,8	5,1	1,2	17,1	415	35	839	50
O	6,4	6,0	1,4	15,2	544	128	1496	70
N	5,8	5,3	1,2	10,7	577	53	770	42
L	6,0	4,8	1,1	13,3	550	68	768	46
M	5,0	4,3	1,1	27,3	386	73	720	49
K	4,9	4,0	1,3	18,1	495	35	352	35

баноземах превышает фоновую в 10–15 раз и более (рис. 2).

Определение доли подвижной формы тяжелых металлов в общем их содержании в образцах почв естественных ландшафтов и урбаноземах, предоставленных нам для анализа сотрудниками Института геологии и минералогии СО РАН, позволило выявить следующее. В урбаноземах по сравнению с нативными почвами в 2 раза выше доля обменных кальция и магния и в 3 раза – свинца и цинка. Этим можно объяснить более существенные различия между нативными почвами и урбаноземами по содержанию подвижной формы этих элементов, чем по их валовому количеству.

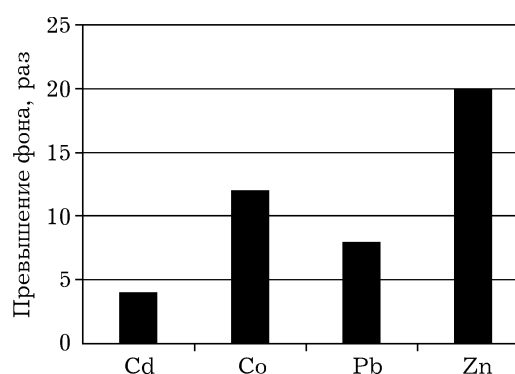


Рис. 2. Кратность увеличения среднего содержания обменной формы тяжелых металлов в урбаноземах Академгородка относительно нативных фоновых почв рекреационной зоны

Т а б л и ц а 4

рохимические показатели состава и свойств 0–20 см слоя почв Экспериментального хозяйства ИЦиГ СО РАН

Подвижные, мг/кг								
Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
40-гектарным и близкими действующими опытными полями								
0,05	<0,05	<0,5	0,32	12	35	0,6	0,2	0,8
березовых лесов между опытными полями								
0,02	<0,05	<0,5	0,13	22	4	0,7	0,3	0,3
40-гектарного поля								
0,02	0,06	0,5	0,07	5	16	0,4	0,1	0,8
0,02	<0,05	0,7	0,09	6	12	0,3	0,1	0,6
0,02	0,14	0,9	0,08	4	13	0,3	0,1	0,8
0,02	0,22	1,1	0,11	5	12	0,3	0,1	0,6
0,01	<0,05	0,7	0,15	8	12	0,6	0,1	0,8
0,02	0,06	0,6	0,20	13	15	0,7	0,1	0,8
0,02	0,15	0,6	0,24	5	14	0,5	0,1	1,2
0,01	<0,05	<0,5	0,29	5	11	0,5	0,1	0,5
<0,01	<0,05	0,6	0,27	3	15	0,3	0,1	0,9
0,02	<0,05	<0,5	0,28	3	15	0,3	0,1	0,9
разреза на участке АИПА 40-гектарного поля								
0,03	<0,05	<0,5	0,20	3	19	0,3	0,1	3,0
опытных полей ИЦиГ СО РАН								
0,03	<0,05	<0,5	0,08	14	14	0,6	0,6	0,3
0,02	<0,05	<0,5	0,06	8	27	0,6	0,6	0,6
0,02	<0,05	2,0	0,06	6	14	0,4	0,4	0,5
0,01	0,6	1,0	0,24	16	22	1,3	0,1	1,4
0,03	<0,05	2,3	0,07	25	32	0,7	1,6	0,8
0,01	<0,05	<0,5	0,26	42	34	1,4	0,1	0,7

Поэтому урбаноземы – наиболее экологически неблагополучные компоненты экосистем Академгородка, способные служить источниками вторичного химического и микробиологического загрязнения сопряженных с этими почвами сред – растительного покрова, атмо- и гидросферы.

Агроземы. При обследовании полей Экспериментального хозяйства ИЦиГ СО РАН (рис. 3) установлено, что многолетнее использование дерново-подзолистых и серых почв для проведения полевых опытов вызвало существенную трансформацию их свойств и состава (см. табл. 4).

Общим для сформировавшихся на опытных полях агросерых лесных и агродерново-подзолистых почв является почти дву-

кратное снижение содержания в них гумуса и обменного калия. Агроземы некоторых полей содержат крайне мало гумуса (<1,5 %) (см. табл. 4), что указывает на частичную утрату почвами даже инертной его компоненты.

Исследования выявили широкое варьирование в почвах опытных полей содержания гумуса, а также макро- и микроэлементов: фосфора от среднего до очень высокого (соответствующего низкому загрязнению); калия и микроэлементов от очень низкого до низкого. Одной из причин заметного варьирования агрохимических показателей почв на разных участках одного опытного поля являются неровный микрорельеф и различные наклоны поверхности.



Рис. 3. Схема размещения обследованных участков полей Экспериментального хозяйства ИЦиГ СО РАН. Участки дальнего “40-гектарного” поля: А и АИПА, В, С, D, E-1, E-2, X, F, G. Участки действующих опытных полей: К, L, M, N, O, P

В профиле агрозема на участке А ИПА (см. рис. 3) обнаружено загрязнение фосфором полуметровой почвенной толщи, обусловленное, очевидно, избыточным внесением фосфорных удобрений. Перемещение подвижного фосфора в глубь почвенного профиля свидетельствует о неспособности гумусного горизонта агроземов закреплять фосфор и удерживать его, да и другие поллютанты, от миграции в грунтовые и поверхностные воды, что создает угрозу их загрязнения, в том числе евтрофикации водоемов.

Особенно актуально сказанное для действующих опытных полей ИЦиГ СО РАН, где из-за бесконтрольного внесения фосфорных удобрений все почвы загрязнены фосфором. В почвах многих полей сильно истощились запасы гумуса (следовательно, и азота), подвижных калия, кальция и магния, а также микроэлементов, содержание которых достигло низкого и очень низкого уровня (см. табл. 4). Агроземы приобрели сильноокислую

реакцию среды, при которой, помимо ее негативного воздействия на выращиваемые культуры, возможна повышенная подвижность в почве ионов алюминия, токсичных для корневой системы растений. Произшедшая трансформация состава и свойств агроземов из-за агрохимически неграмотной их эксплуатации, несомненно, будет оказывать негативное влияние на развитие опытных культур, а в итоге – на результаты полевых экспериментов с растениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основу естественного почвенного покрова новосибирского Академгородка составляют дерново-подзолистые почвы. Их морфологический облик, физические и физико-химические свойства, химический состав в рекреационной зоне практически не нарушены антропогенной деятельностью. На территориях с повышенным антропогенным воздействи-

ем эти малобуферные к нему почвы претерпели существенные изменения – в них снизилась кислотность, возросло содержание элементов-биофилов, особенно кальция и фосфора. Это, наряду с переуплотнением верхнего почвенного слоя, может служить причиной ухудшения состояния естественных сосняков, внедрения в них инородных конкурентных видов растений, требовательных к элементам минерального питания. Наиболее экологически неблагоприятные почвы Академгородка – урбаноземы, загрязненные кальцием, фосфором и калием, а также тяжелыми металлами, содержание подвижной формы которых превышает фон в 4–20 раз, достигая величин, опасных для растительных и животных организмов. Избыточное содержание этих химических элементов в почвах Академгородка создает потенциальную угрозу его экосистемам. В агроземах полей ИЦиГ

СО РАН в результате многолетних опытов негативно изменились агрохимические показатели их состава и свойств, которые уже не соответствуют требованию к ним как к среде для выращивания экспериментальных растений. Эти почвы нуждаются в коренном улучшении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований. М.: Колос, 1973. 72 с.
2. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
3. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГНУ “Росинформ-агротех”, 2003. 240 с.
4. Смоленцев Б. А., Сысо А. И., Ильин В. Б. Почвенный покров территории Новосибирского научного центра // Природа Академгородка: 50 лет спустя. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. С. 25–31.

Soil Cover of Novosibirsk Scientific Center and its Environmental and Agrochemical Assessment

A. I. SYSO, B. A. SMOLENTSEV, V. N. YAKIMENKO

*Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS
630099, Novosibirsk, Sovetskaya str., 18
E-mail: syso@mail.ru*

The survey of soil cover of Novosibirsk Scientific Center showed that the soils prevalent here, such as sod-podzolic and gray forest ones, had been conserved in the native state in the areas with the low human impact. As for the areas with the reduced human impact, local pollution with phosphorus, calcium and heavy metals was revealed in natural soils and urbanozems; at the same time, complete deterioration of agrochemical properties was discovered in the soils of experimental fields.

Key words: soil cover, soil types, composition and properties of soils, macro- and microelements, heavy metals.