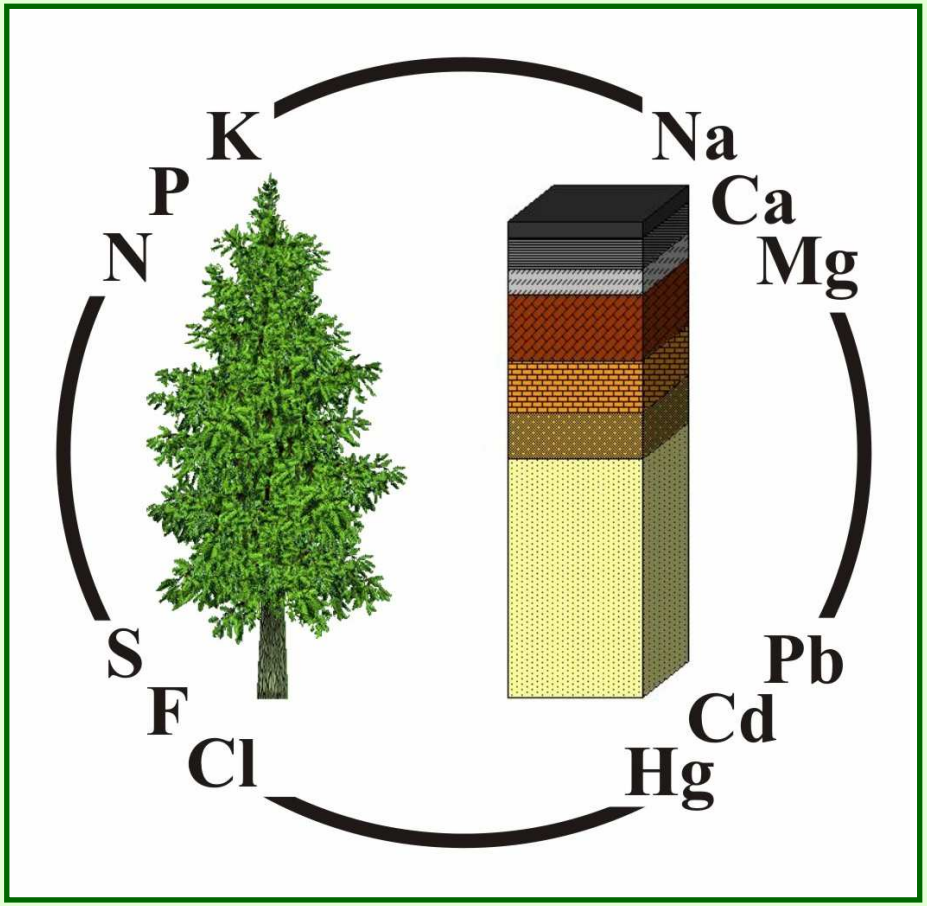
ПОКАЗАТЕЛИ, ОТРАЖАЮЩИЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ И РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Шергина О.В., Калугина О.В., Полякова М.С.

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск

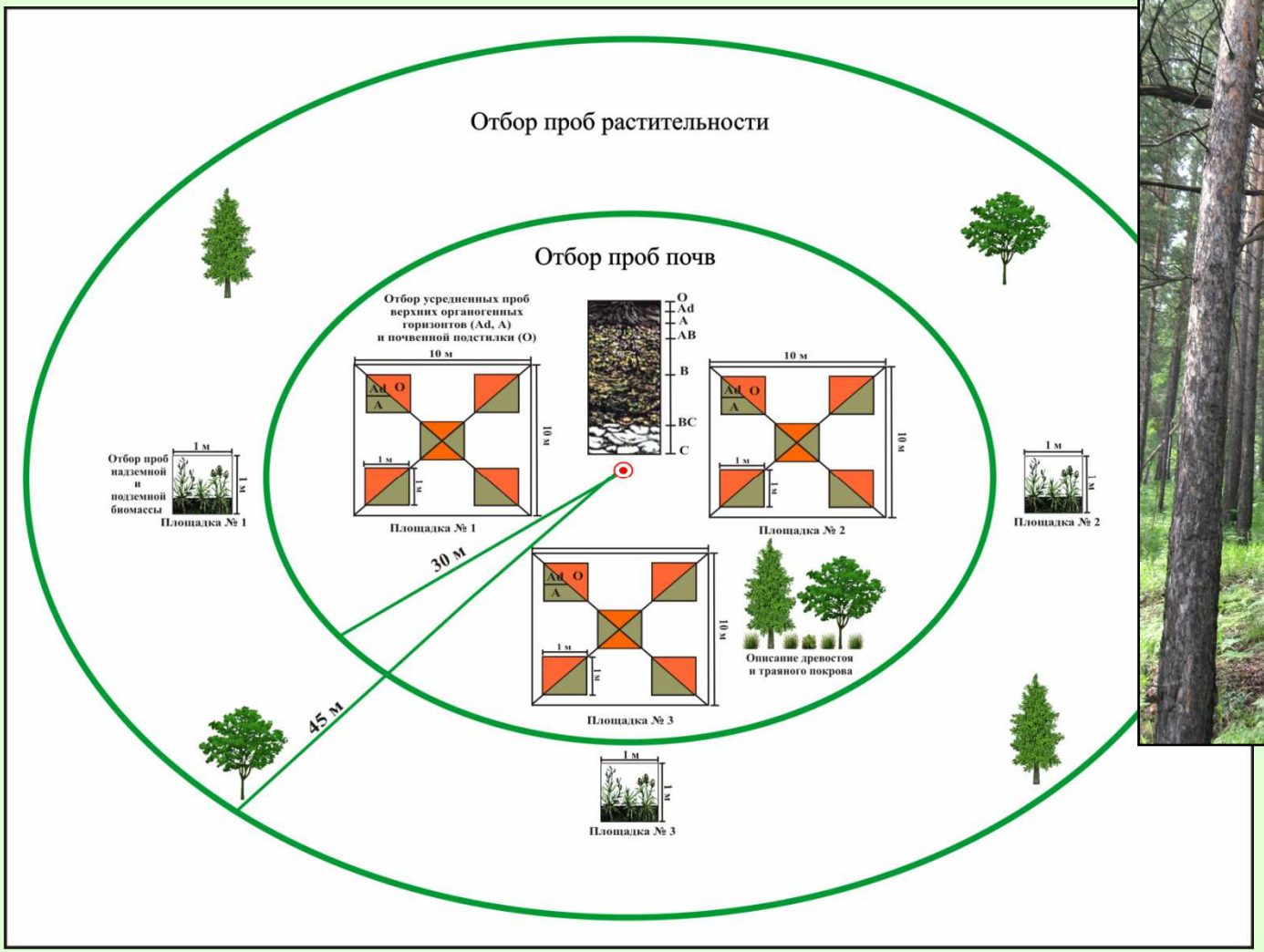
В основу наших исследований положен комплексный подход к оценке состояния антропогенно-нарушенных территорий, основанный на взаимообусловленном изменении параметров жизненного состояния древесных растений и показателей почв на профильно-генетическом уровне.

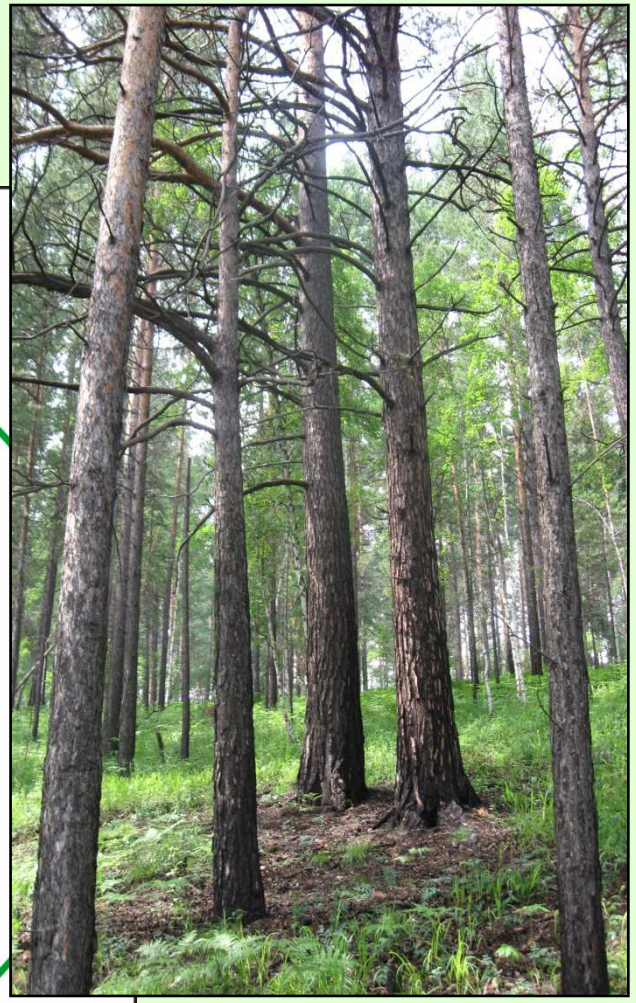


Промышленные города на территории исследования

Компоненты биогеохимической системы «почва-растение»

Схема отбора растительных и почвенных образцов при комплексном экологическом обследовании





Почвы городских и техногенных территорий

Почва
в городском парке

Почва
в промышленной зоне

Почва
в зоне техногенного отвала

Характеристика фоновых территорий Приангарья

Местоположение, географическая привязка фоновой территории	Географические координаты	Классификационное название почвы	Состав древостоя	Тип леса
пос. Нижний Кочергат, долина р. Голоустной	52°08'С, 105°16'В	Серая лесная маломощная ($Л_2^{/}$)	8С1Б1Л	Сосняк осоково-разнотравный
пос. Подкаменная, долина р. Олха	51°57'С, 103°54'В	Серая лесная среднемощная ($Л_2^{//}$)	8С2Б+Е+К	Сосняк осоково-разнотравно-кустарничковый
пос. Тальяны, долина р. Тойсук	52°12'С, 103°16'В	Серая лесная мощная ($Л_2^{///}$)	6С4Б+О	Лес сосново-березовый мохово-разнотравный
пос. Мутовка, долина р. Белой	52°48'С, 103°02'В	Серая лесная среднемощная ($Л_2^{//}$)	6С4Б+Л	Лес сосново-березовый разнотравный

Оценка состояния древесных растений и почв

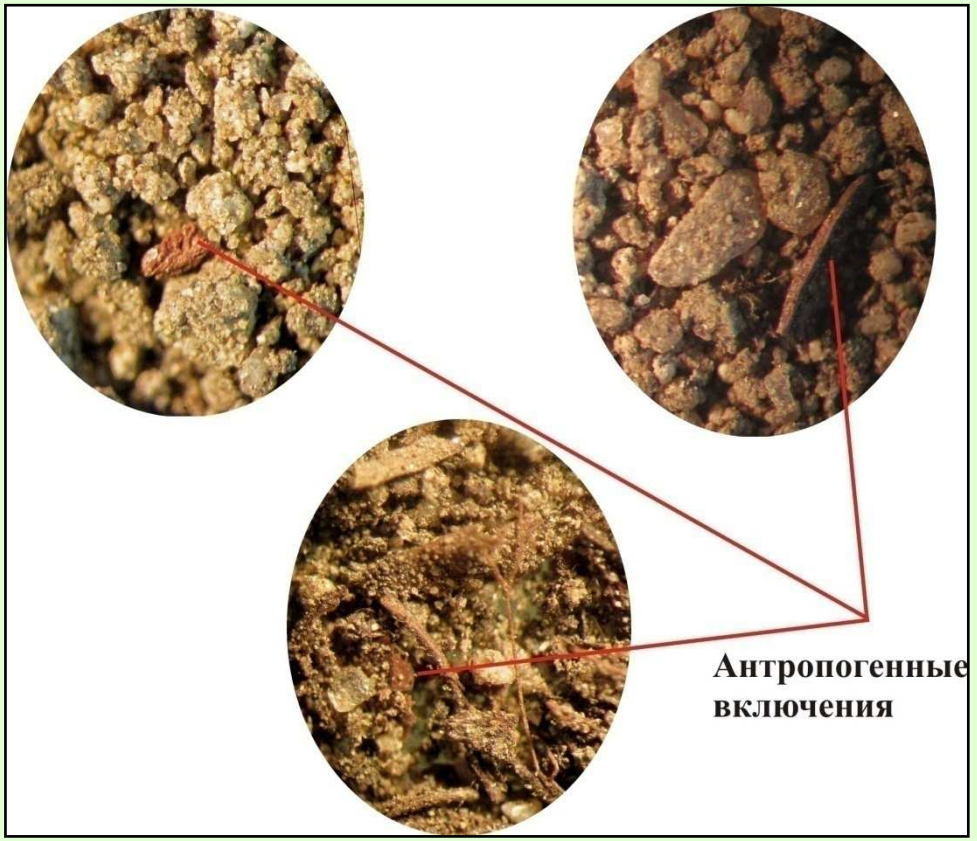
Лесопарк вблизи промпредприятия

Лесная зона

Индикационные показатели системы «почва–растение»

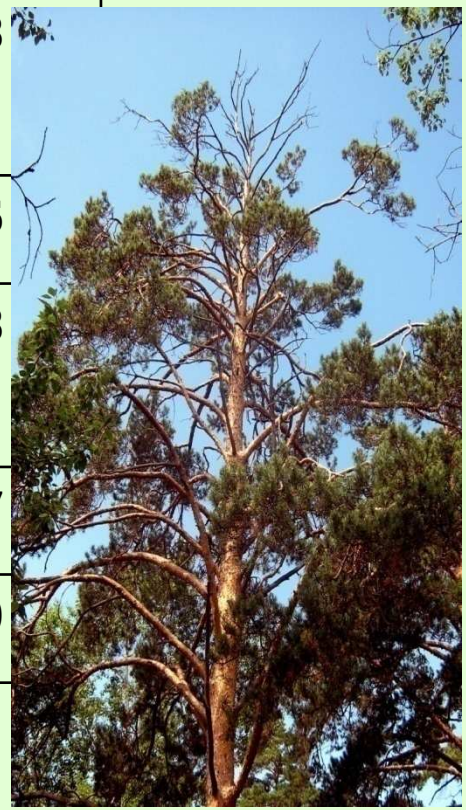
Биогеохимические параметры и свойства	Перечень индикационных показателей
Визуальные и морфоструктурные	Мощность горизонтов почв, плотность сложения, удельный вес, естественная влажность, пористость, аэрация почв; дефолиация и дехромация крон деревьев, морфометрические показатели побегов деревьев; коэффициенты корреляции между морфоструктурными параметрами крон деревьев и физическими характеристиками почв.
Кислотно-основные	**Актуальная, обменная и гидролитическая кислотность.**
Гумификационные	Содержание общего углерода и общего азота, соотношение C/N, эмиссия CO_2 из верхних горизонтов почв.
Катионообменные	Содержание обменных катионов (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}) в составе почвенного поглощающего комплекса (ППК).
Токсикологические	Содержание серы и тяжелых металлов в почвах и растениях, коэффициент концентрации токсикантов (Кс), коэффициенты корреляции между морфоструктурными параметрами крон деревьев и содержанием элементов-загрязнителей в ассимиляционных органах растений.
Миграционные	Содержание элементов в системе почвенного профиля, коэффициенты корреляции между содержанием загрязняющих элементов в горизонтах почв и органах растений.

Нарушение структуры почвенного профиля



Коэффициенты корреляции между морфоструктурными параметрами деревьев лиственницы и физико-механическими показателями верхних горизонтов почв (P=0,05, n=20)

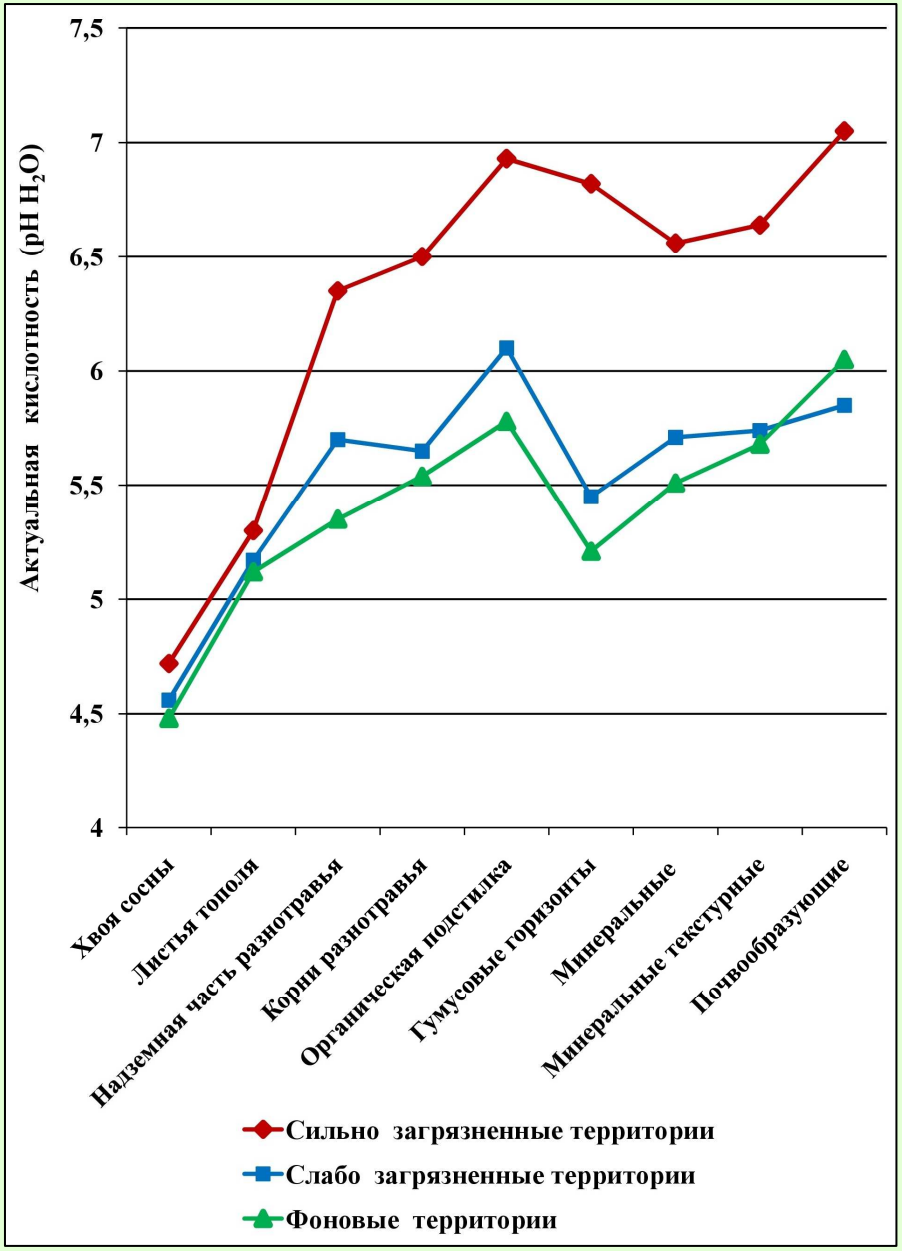
Параметры	Физико-механические свойства почв				
	Нарушение структуры	Влажность	Пористость	Аэрация	Плотность
Уровень дефолиации крон	0,75	–0,72	–0,77	–0,88	0,78
Масса хвои побега	–0,63	0,64	0,72	0,75	–0,76
Количество брахибластов на побеге	–0,64	0,61	0,57	0,60	–0,68
Длина побегов	–0,51	0,54	0,60	0,64	–0,67
Длина хвои	–0,68	0,78	0,77	0,76	–0,70



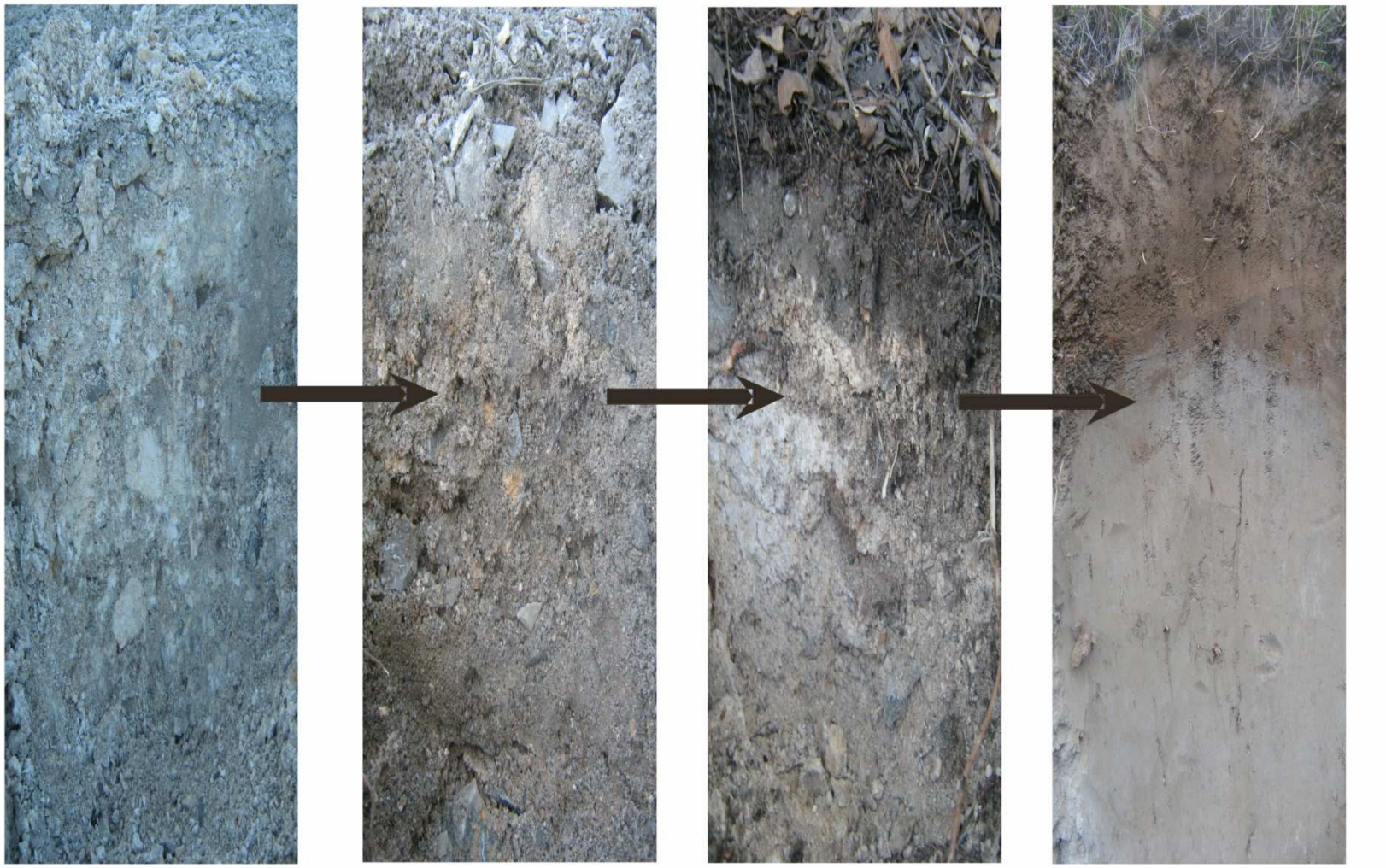
Изменение актуальной кислотности в системе «почва-растение»

Параметры	Центр города	Городские окраины	Фоновые территории
I Хвоя и листья деревьев			
Хвоя лиственницы	3,84	3,68	3,56
Хвоя сосны	4,72	4,56	4,48
Листья тополя	5,30	5,17	5,12
Листья березы	5,25	5,04	4,92
II Травяной покров			
Разнотравье	6,35	5,70	5,35
Злаковое разнотравье	6,11	5,63	5,25
III Органическая подстилка			
Лиственная подстилка	6,93	6,10	5,78
Хвойная подстилка	6,03	5,82	5,11
IV Корневая биомасса			
Корни разнотравья	6,50	5,65	5,54
Корни злакового разнотр.	5,93	5,47	5,42
V Генетические горизонты почвенного профиля			
Гумусово-аккумулятивные	6,82	5,45	5,21
Органо-минеральные	5,92	5,62	5,43
Минеральные	6,56	5,71	5,51
Минеральные текстурные	6,64	5,74	5,68
Почвообразующие	7,05	5,85	6,05

Изменение кислотности среды в почвенно-растительном покрове урбанизированных территорий



Стадии почвообразования на техногенных территориях



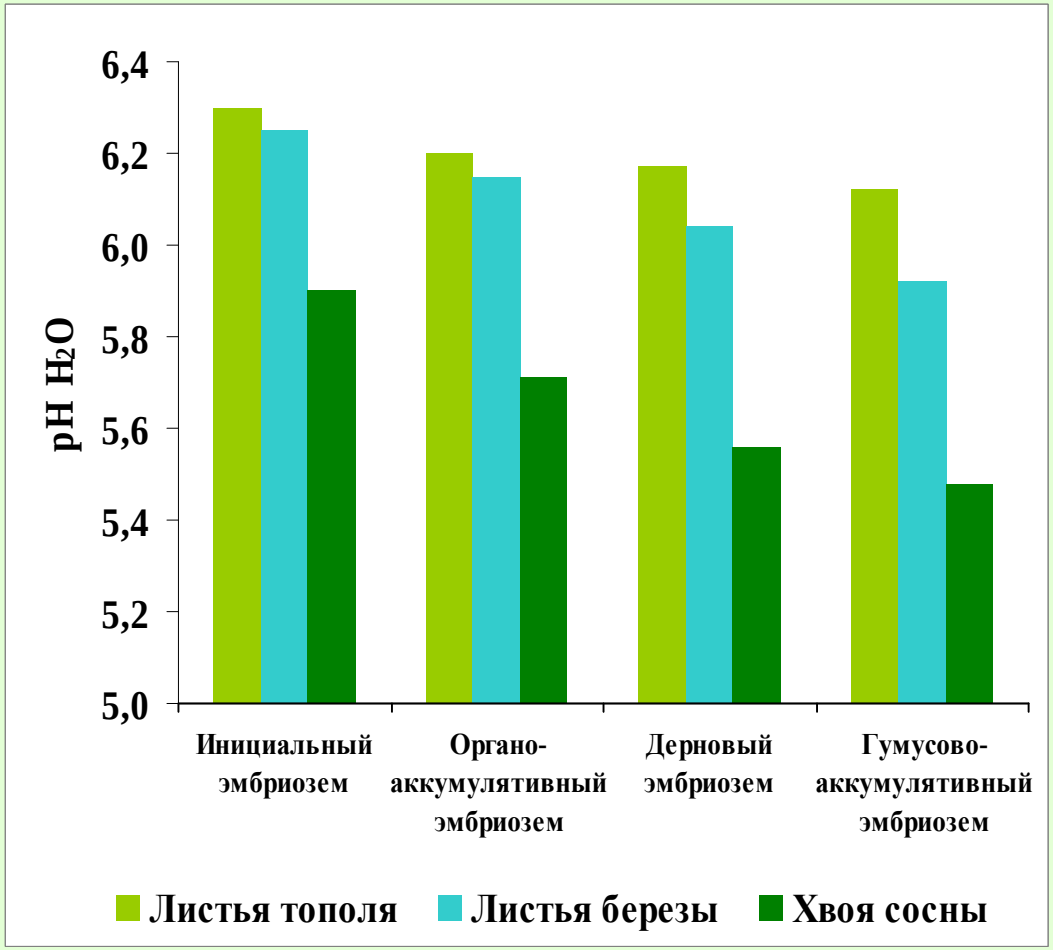
Эмбриозем инициальный

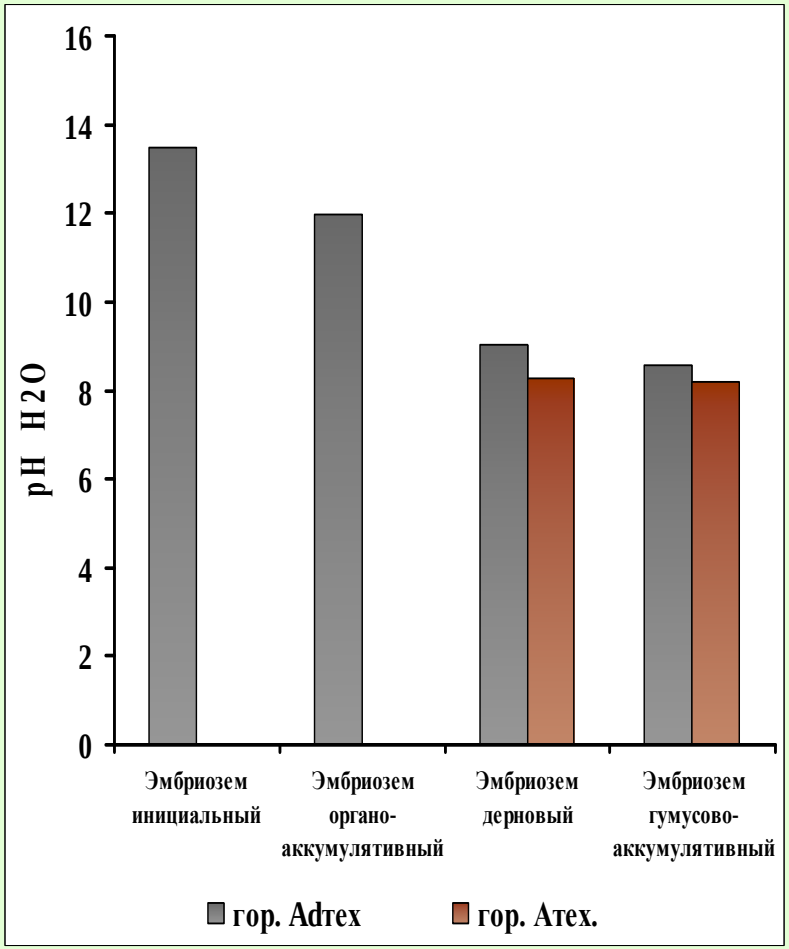
Эмбриозем органо-аккумулятивный

Эмбриозем дерновый

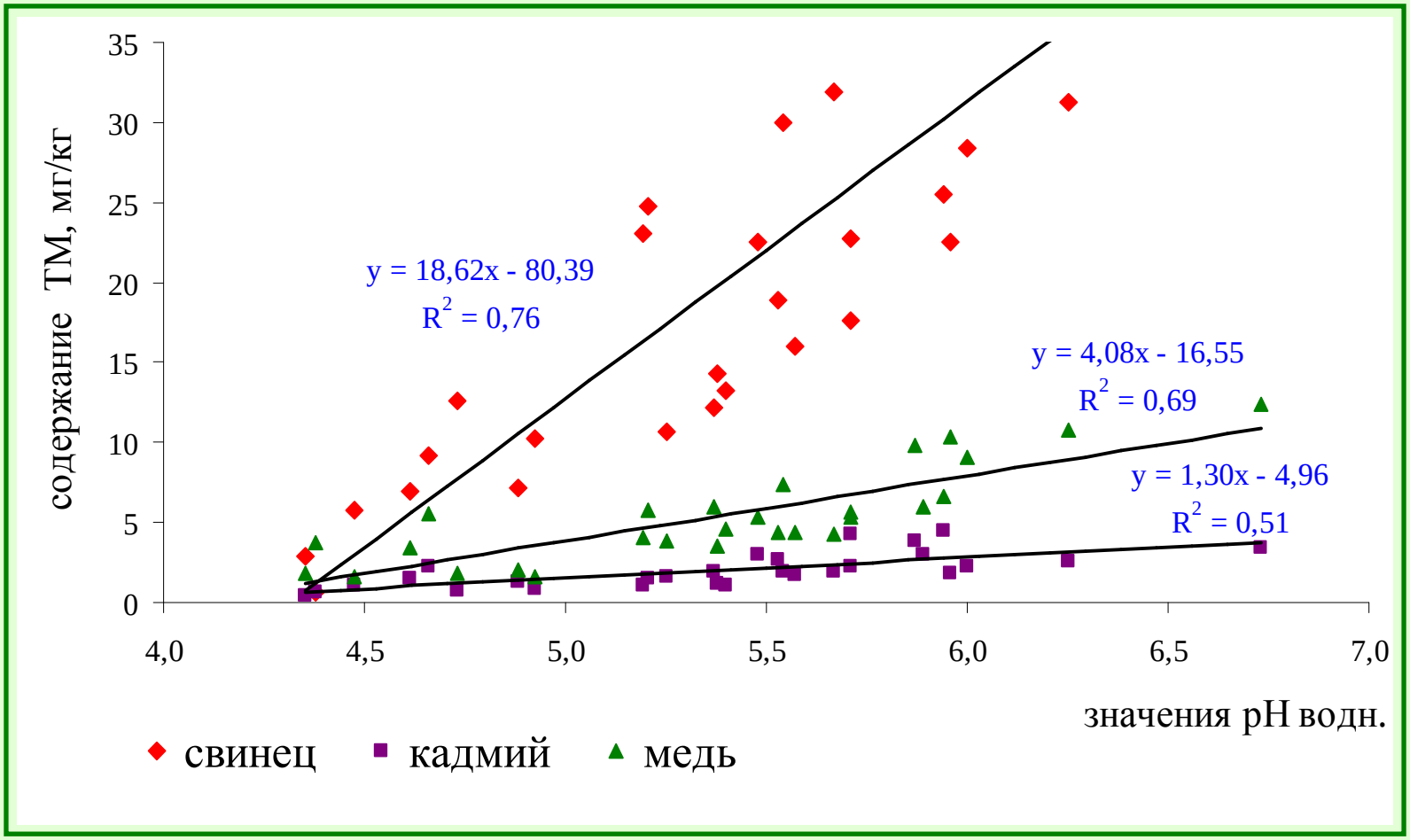
Эмбриозем гумусово-аккумулятивный

Кислотность почв и древесных растений на техногенных территориях г. Усолье-Сибирское

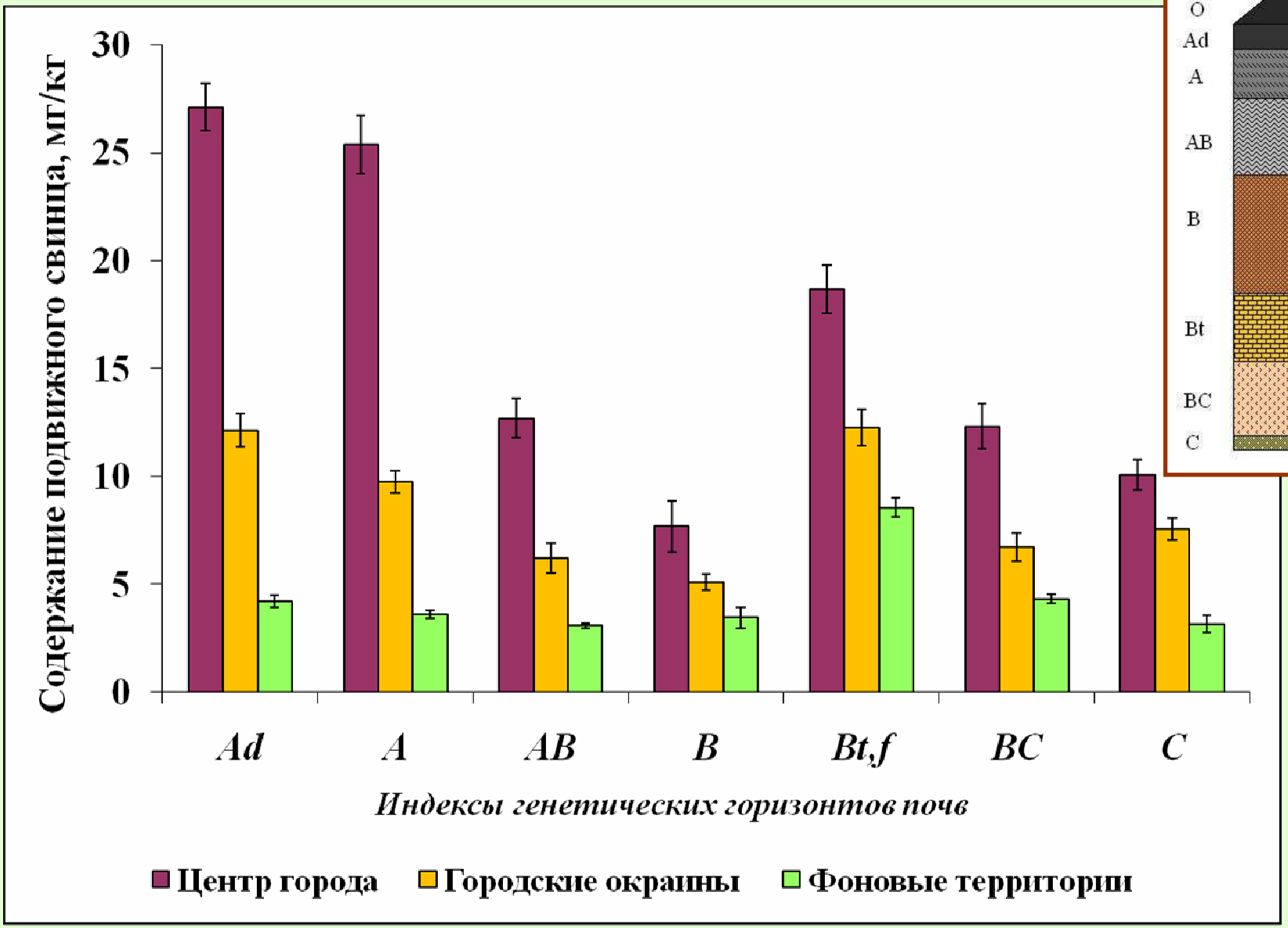


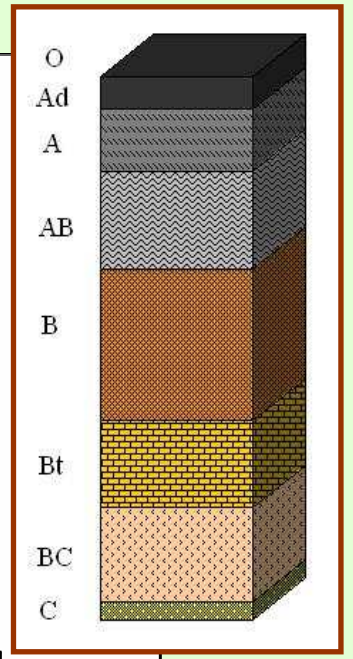


Зависимость между накоплением ТМ и актуальной кислотностью в генетических горизонтах почвенного профиля серых лесных почв

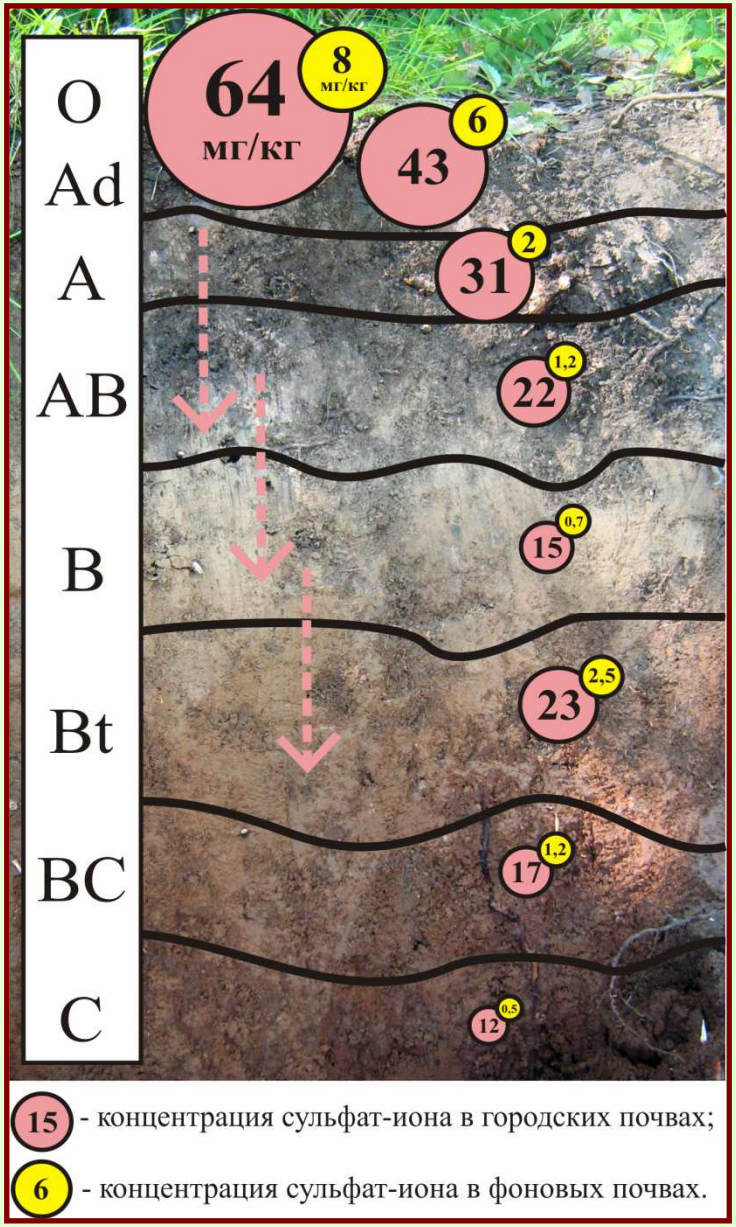


Содержание подвижного свинца в генетических горизонтах городских и фоновых почв



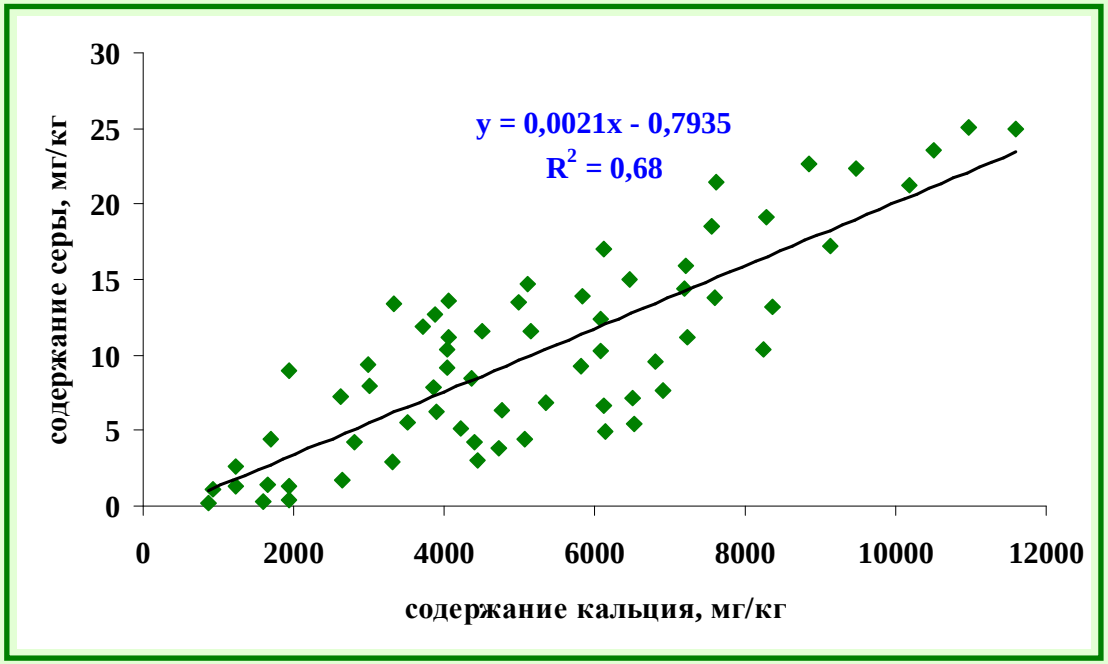


Перераспределение подвижной серы в генетических горизонтах городских и фоновых почв



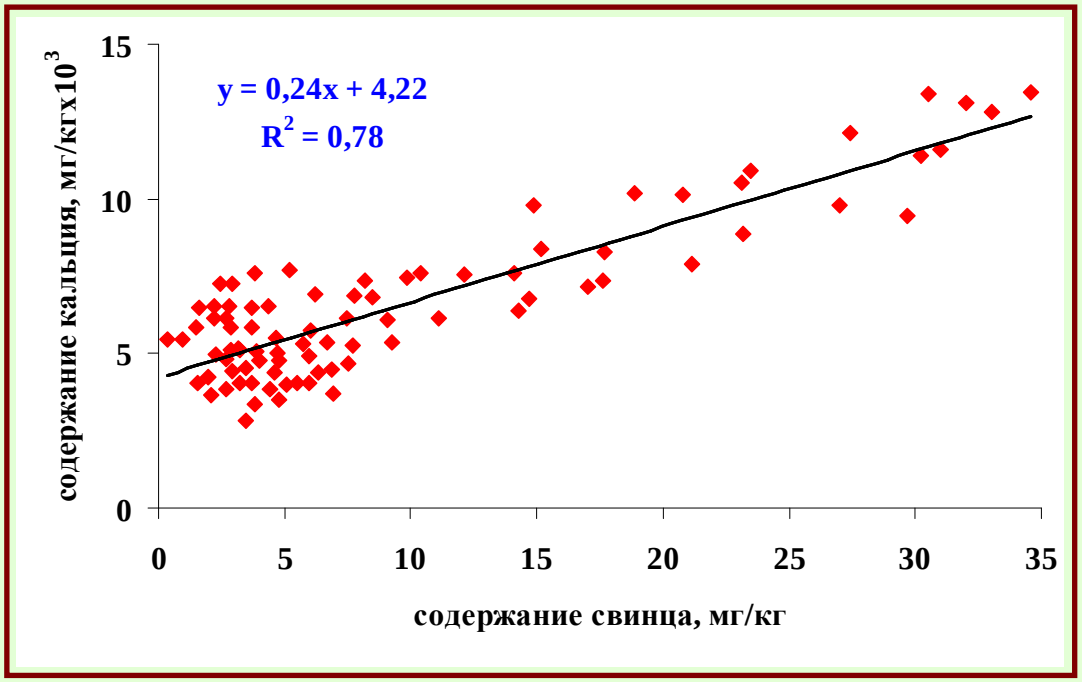
Содержание элементов-загрязнителей в хвое сосны обыкновенной, произрастающей на техногенных эмбриоземах

Тип почвы на тест-участках	Содержание элементов в хвое сосны, % от сухого вещества					
	Hg, $\times 10^{-6}$	Pb, $\times 10^{-5}$	Cd, $\times 10^{-6}$	Cu, $\times 10^{-4}$	Zn, $\times 10^{-3}$	Si, $\times 10^{-1}$
Эмбриозем органо-аккумулятивный	4,87	9,00	4,60	11,9	5,00	2,24
Эмбриозем дерновый	2,90	7,22	4,27	5,15	4,39	1,53
Эмбриозем гумусово-аккумулятивный	1,30	6,60	3,55	2,13	5,93	1,44
Незагрязненные серые лесные почвы	0,97	1,17	2,35	2,05	3,73	0,82



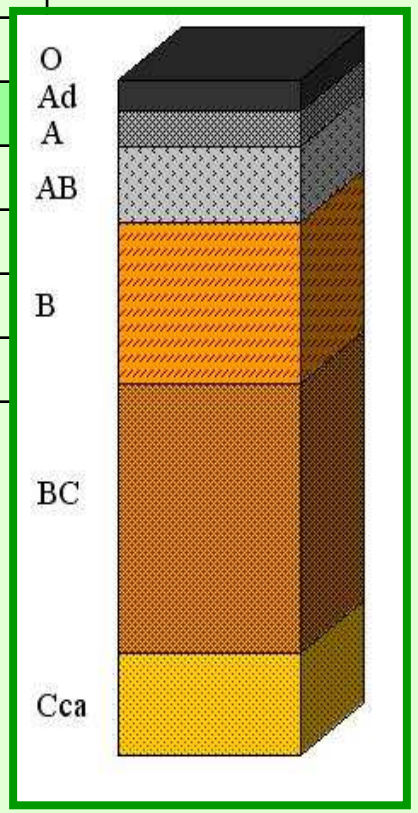
Зависимость между содержанием подвижных форм серы и обменных форм кальция в генетическом профиле городских почв

Зависимость между содержанием подвижных форм свинца и обменных форм кальция в генетическом профиле городских почв



Коэффициенты корреляции между содержанием подвижной серы и обменных катионов в генетических горизонтах почв городских и фоновых территорий (*P=0.05, n=16*)

Почвенные горизонты	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
Почвы городских территорий				
Органические	0,65	0,82	0,60	0,68
Органо-аккумулятивные	0,75	0,92	0,48	0,73
Текстурные	-	-	-	0,80
Почвообразующие	-	-	-	0,64
Почвы фоновых территорий				
Органические	0,45	0,50	0,75	0,50
Органо-аккумулятивные	0,43	0,46	0,85	0,45
Текстурные	-	-	0,65	-
Почвообразующие	-	-	0,56	-



Изменение соотношений* концентраций биогенных элементов и техногенного свинца в хвое и листьях деревьев городских и фоновых территорий

Соотно-шение элементов	Сосна			Береза		
	Центр города	Городские окраины	Фон	Центр города	Городские окраины	Фон
[Ca] : [Pb]	84:16	94:6	98:2	88:12	96:4	98:2
[Mg] : [Pb]	64:36	80:20	91:9	78:22	85:15	96:4
[K] : [Pb]	52:48	79:21	93:7	69:31	84:16	92:8
[Na]: [Pb]	68:32	73:27	94:6	75:25	85:15	98:2

*Соотношения вычислялись как процентная доля каждого элемента от суммы концентраций двух элементов в сухом веществе хвои.

Коэффициенты корреляции между содержанием серы в горизонтах почв и хвое (листьях) деревьев на территории г. Иркутска (*P*=0,05, *n*=16)

Объект исследования	Индексы горизонтов почвенного профиля							
	O	Ad	A	AB	B(BE)	Bt,f	BC	C
Хвоя сосны	0,86	0,82	0,58	0,42	0,50	0,75	0,65	0,55
Хвоя лиственницы	0,68	0,70	0,48	0,43	0,42	0,65	0,50	0,45
Листья березы	0,77	0,65	0,60	0,45	0,55	0,70	0,60	0,50
Листья тополя	0,87	0,60	0,55	0,50	0,60	0,80	0,70	0,60

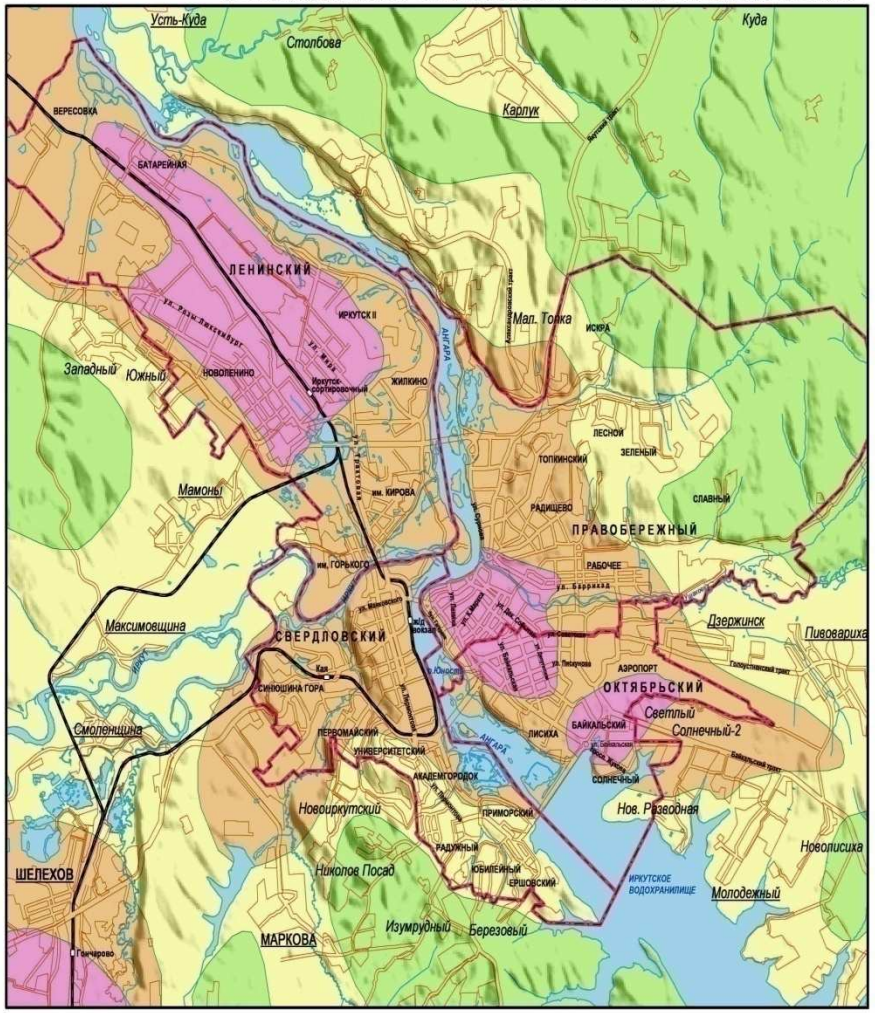
Коэффициенты корреляции между морфоструктурными параметрами деревьев сосны и содержанием элементов-загрязнителей в их хвое (*P*=0,05, *n*=20)

Параметры	Элементы-загрязнители				
	Сера	Фтор	Хлор	Свинец	Кадмий
Уровень дефолиации крон	0,75	0,68	0,58	0,74	0,68
Масса хвои побега*	–0,71	–0,70	–0,68	–0,69	–0,82
Количество хвои на побеге	–0,70	–0,62	–0,69	–0,72	–0,56
Длина побегов	–0,68	–0,58	–0,78	–0,78	–0,51
Длина хвои	–0,60	–0,65	–0,62	–0,72	–0,85

*Учитывались побеги 2-го года жизни.

Компоненты биогеохимической системы «почва-растение»

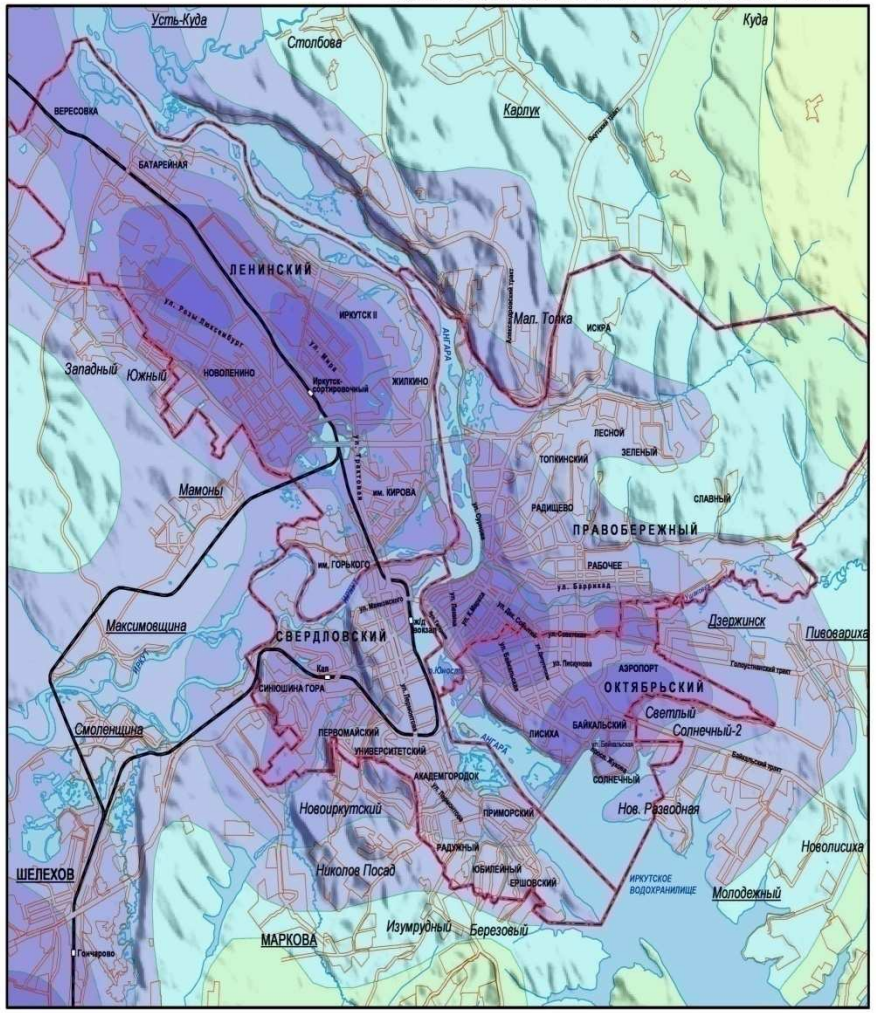
ЗАГРЯЗНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ Г. ИРКУТСКА



Уровень загрязнения

- сильный
- средний
- слабый
- условно фоновый

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ Г. ИРКУТСКА



Кратность превышения фоновых значений тяжелых металлов и серы

- менее 4
- 4 – 8
- 8 – 11
- 11 – 14
- 14 – 16
- 16 – 18
- 18 – 25
- 25 и более

Спасибо за внимание!