

Тема 10. **Почвы: геоэкологическая оценка и**

менеджмент Вопросы к семинару:

1. Базовая геоэкологическая оценка почв (ресурсный подход).

- 1.1 Понятие почвы с экологической точки зрения; основные экологические функции почв;
- 1.2. Проблема экологического нормирования почв как сложно-организованных распределенных сред; ресурсный подход к экологической оценке почв.
- 1.3. Нормативная база для оценки загрязнения почв (в России и за рубежом); ПДК и их дифференциация в зависимости от качества почвы. Санитарно-гигиенические критерии и нормативы; агрохимические и физические показатели качества.
- 1.4. Нормативы ресурсной характеристики почв, принципы расчета. Расчеты запасов веществ с помощью сплайн-аппроксимации в EXCEL
- 1.5. АИС для экологической оценки и менеджмента городских почв (ресурсный подход, принципы работы, структура, модули, примеры работы).
- 1.3. Экономические аспекты ресурсной оценки почв, рыночная стоимость почвогрунтов и технологий их ремедиации, проверка экономической эффективности технологий (на примере фиторемедиации)

2. Почвенные режимы, их экологическое нормирование и мониторинг.

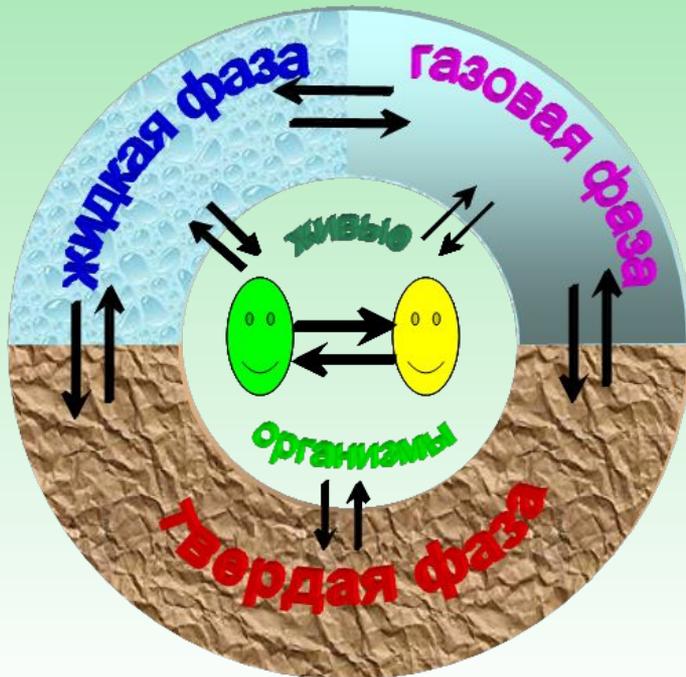
- 2.1 Водно-воздушный режим
- 2.2. Солевой, кислотно-щелочной режимы
- 2.3 Биологическая активность (дыхание)
- 2.4. Плата за размещение отходов
- 2.5. Экологическое нормирование воздействия на почвы

Практическое занятие №6: Температуропроводность геосреды и полный потенциал воды в геосреде.

Базовая геоэкологическая оценка почв (ресурсный подход).

Что такое почва с экологической точки зрения?

ПОЧВА – верхний, плодородный слой Земли, в котором усилиями многочисленных поколений организмов создается, упорядочивается и непрерывно поддерживается необходимый для их жизни и воспроизводства запас веществ, энергии и информации.



Это сложная природная система, сочетающая в своем составе взаимодействующие компоненты окружающей Среды – твердые частицы, воду, воздух и живые организмы.

Для чего нужны почвы?

ПОЧВА – активная среда, выполняющая жизненно-важные для города ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ:

ПЛОДОРОДИЕ:

поддержание роста и развития зеленых насаждений мегаполиса

ГАЗОВАЯ ФУНКЦИЯ:

поддержание состава и состояния городской атмосферы, ее очистка от загрязняющих веществ

ОЧИЩЕНИЕ И

АККУМУЛЯЦИЯ ВЛАГИ:

почвы – естественные фильтры-«барьеры» для подземных вод, ключей, рек и иных источников питьевой воды

БИОДЕСТРУКЦИЯ:

разложение и минерализация органических веществ, включая многочисленные городские отходы

ГЕОСТАБИЛИЗАЦИЯ:

закрепление земной поверхности, предотвращение обвалов, осыпей, водной и ветровой эрозии, техногенных катастроф

ПОГЛОЩЕНИЕ,

ДЕТОКСИКАЦИЯ, РАСПАД

загрязняющих веществ, опасных для здоровья и жизни населения:

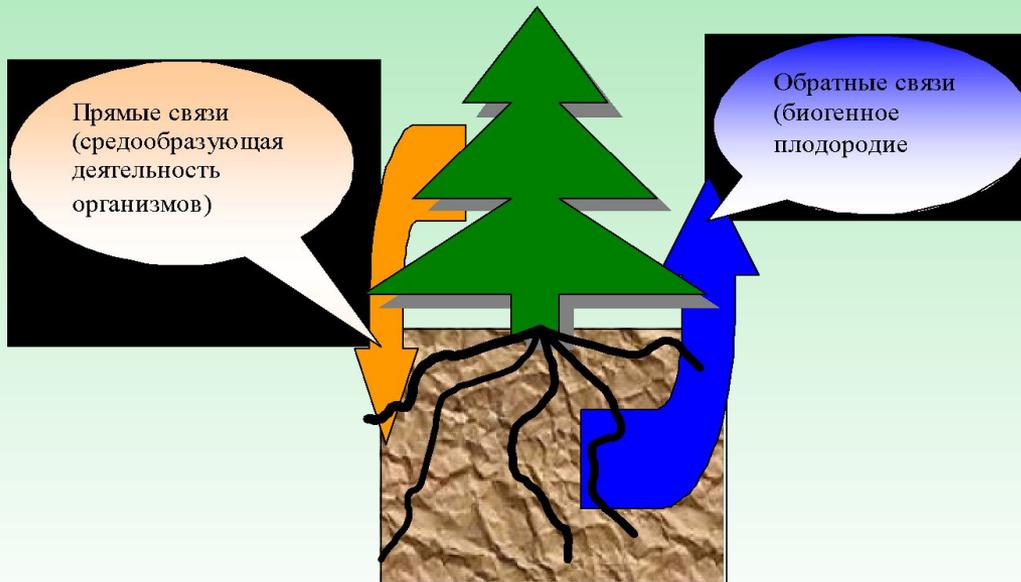
ДЕПони́рование биофильных веществ и

энергии: почва является природным банком, финансирующим жизнь на данной территории, обеспечивая биокруговорот

БИОРАЗНООБРАЗИЕ:

почва – среда обитания многочисленных видов организмов, природный банк генетической информации

ПОЧВА – самое мощное, экологически-чистое практически безотходное ПРОИЗВОДСТВО жизненно-важных компонентов окружающей среды (растительности, воздуха, воды, земли) в городе. В природе на поддержание этого производства ежегодно тратиться $\approx 50\%$ «валового дохода» в виде фотосинтетической растительной продукции и заключенной в ней энергии



В городе, в сельском хозяйстве этот природный механизм поддержания почв разрушен, поэтому человек должен взять на себя заботу о воспроизводстве жизненно-необходимых почвенных ресурсов. На это и направлен новый закон г.Москвы «О городских почвах» 2007г.

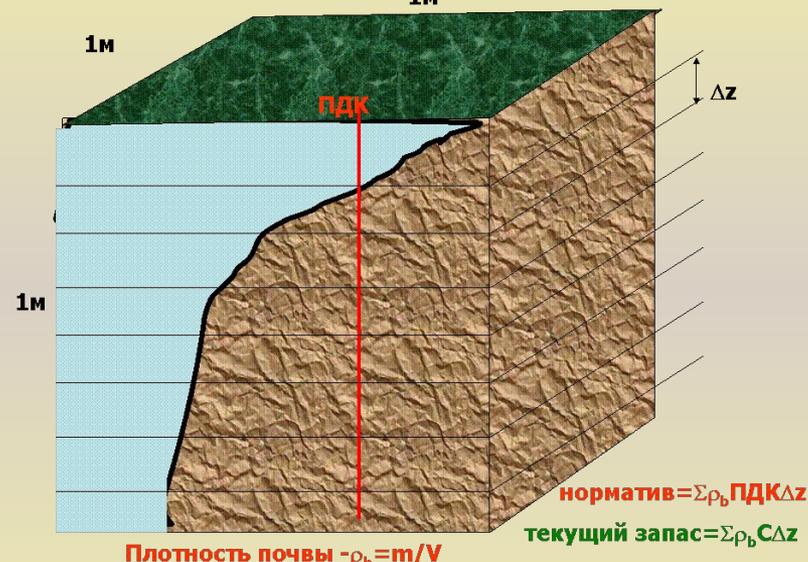
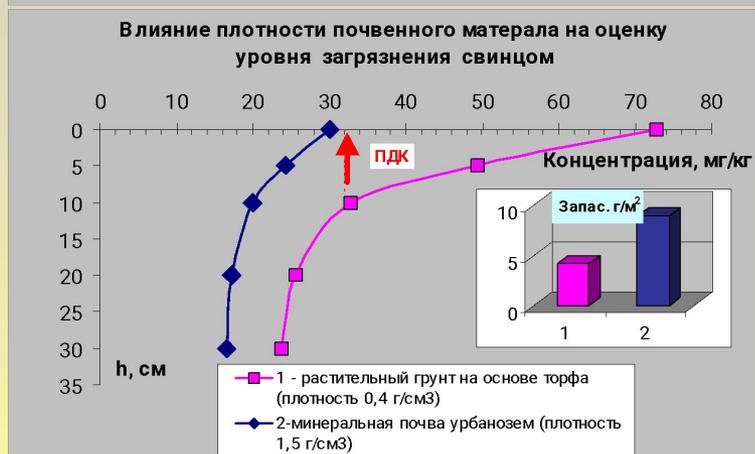
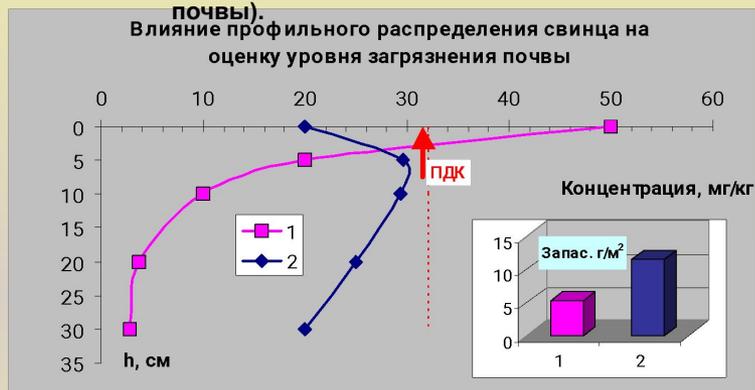
РЕСУРСНАЯ ОЦЕНКА И НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Оцените, какая почва №1 (розовый тренд) или №2 (синий) загрязнена свинцом? По действующим нормативам в виде предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязнителя в единице массы почвы (мг/кг) – почва №1, поскольку для нее превышена ПДК = 32 мг/кг. Однако не торопитесь с ответом. Рассчитаем суммарное количество свинца (запас) в исследованном 30см слое, используя данные о плотности почвы (ρ_b) и профиле распределения поллютанта как функции от глубины почвы ($C(h)$):

$$\text{Запас} = \int_0^{30} C(h) \rho_b dh$$

Что же в итоге? Оказывается запас, или реальное количество свинца, которое находится в почве и может вредить растениям в обоих вариантах получился практически вдвое больше для «нормативно-чистой» почвы №2. В первом случае – из-за особенностей профильного распределения поллютанта, во втором – из-за большей плотности вмещающего материала (минеральной почвы).

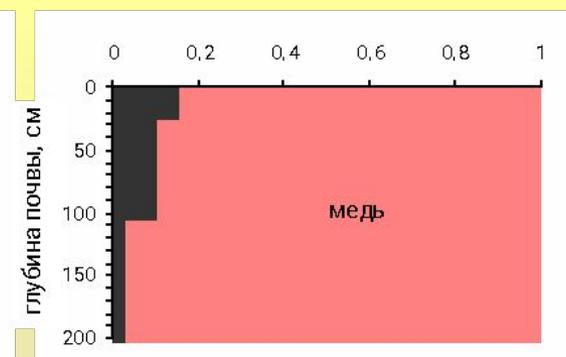
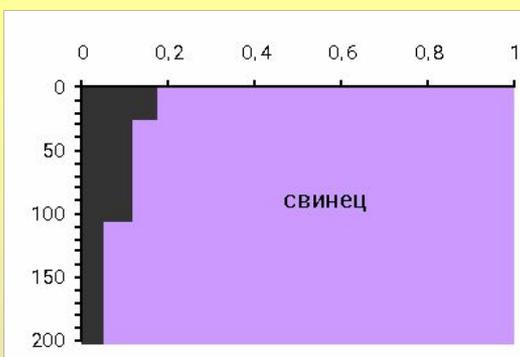
МЕТОДОЛОГИЯ: Ресурсная оценка производится в границах конкретного землепользования (земельного участка мегаполиса) и включает в первую очередь определение **ЗАПАСОВ** почвенного ресурса и заключенных в нем веществ, условно подразделенных на позитивные (биофильные, структурные элементы) и негативные (загрязняющие вещества).



Единицы запаса - г/м². То есть сколько вещества сосредотачивается в почвенной толще на единице площади. В простейшем случае при плотности 1г/см³ = 1000 кг/м³ нормативный запас в метровой толще в г/м² численно равен ПДК в мг/кг: норма = ПДК мг/кг * 1000 кг/м³ * 1 м = ПДК г/м².

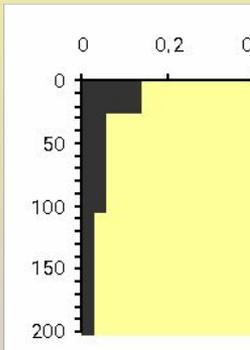
При этом наиболее жесткие нормативы, оцененные по ПДК, устанавливаются, для всех почв с низкой буферной способностью по отношению к загрязнителям (пески, супеси) и для всех почв ряда функциональных зон с повышенными требованиями к качеству (жилые, общественные, водоохранные..). Для других объектов допустимы менее жесткие нормативы, в зависимости от буферных свойств почвы (дисперсности, уровня органики), оцениваемые по ОДК, которые согласно действующим федеральным нормам могут в 2-4 раза превышать ПДК.

Итак, концентрации (ПДК) - хороши для однородных сред (воды, воздуха), где они репрезентативны во всем объеме. Для почв, как сложно-организованных анизотропных физических тел, наряду с ними нужны интегральные показатели в виде ЗАПАСА веществ на единичной площади исследуемой территории.

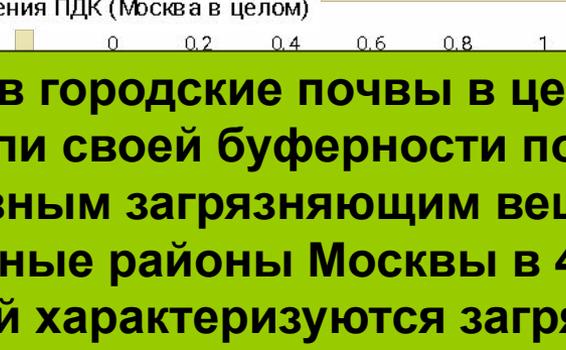


**МОСКВА
В
ЦЕЛОМ**

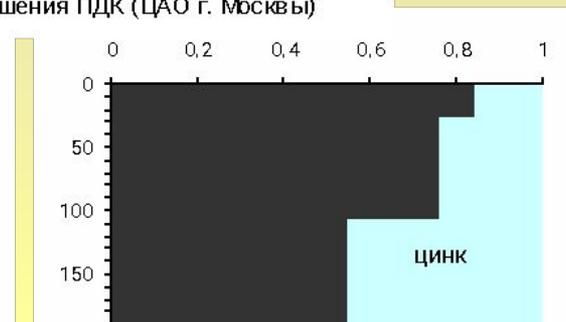
вероятность превышения ПДК (Москва в целом)



Если в городские почвы в целом еще не исчерпали своей буферности по отношению к основным загрязняющим веществам, то центральные районы Москвы в 40-60% случаев измерений характеризуются загрязнением выше ПДК (ОДК) практически на всю мощность почвенного профиля до 1м и глубже



вероятность превышения ПДК (ЦАО г. Москвы)



Типы
профильных
делений
зчителей в
ве
ботка 1300
дений по
ым 000
ИЭГ
(Экологические
функции
городских почв,
2004)

**ЦАО
г. Москвы**

Пороговые значения критериев качества почв некоторых стран по содержанию тяжелых металлов

Пороговые значения содержания тяжелых металлов в почвах, мг/кг					
Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Cr
Нидерланды:					
85	0.8	36	140	35	100
Германия (2 варианта):					
50	0.6	40	120	-	-
100	1	50	150	40	50
Швейцария					
50	0.8	50	200	50	75
Дания:					
40	-	200	-	-	100
Финляндия:					
60	0.5	100	150	60	100
Чехия:					
70	0.4	70	150	60	130
Россия:					
32	0.5	33	55	20	-
Канада:					
25	0.5	30	50	20	20
Среднее:					
56.9	0.6	67.7	126.9	40.7	82.1

В России одни из самых жестких требований к качеству почв

В зарубежной практике нормирования чаще всего используется концепция **критических нагрузок** – гибкий инструмент дифференцированной оценки риска загрязнения почв. Согласно общепринятому определению Нильсона и Гренфелта, «критическая нагрузка – это количественная оценка уровня воздействия одного или нескольких загрязнителей, ниже которого на современном этапе развития науки не отмечается значительного вредного воздействия на определенные чувствительные элементы окружающей среды». Концепция критических нагрузок для тяжелых металлов и органических веществ основана на положении, что любая экосистема имеет «буферную емкость», т.е. ограниченные возможности ассимиляции загрязняющих веществ без ущерба нормальному функционированию флоры и фауны и снижения качества жизни. Поэтому основным вопросом при решении проблем критических нагрузок является определение критериев качества окружающей среды (Environmental Quality Objectives). Очевидно, такие критерии могут различаться как от свойств самих почв (дисперсность, содержание органического вещества, поглотительная способность), так и от принадлежности почвы к функциональной зоне города с тем или иным **экологическим риском** – здоровью населения, зеленым насаждениям, сопредельным средам (грунтовыми водами, атмосфере).

ГН 2.1.7.2041-06 ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ (ПДК) ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ; ГН 2.1.7.2042-06

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ (ОДК) ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ (ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ)

Нормативно-критериальная база:

1. Дифференцированность по зонам и свойствам почв

1.2. Настоящие нормативы действуют на **всей территории Российской Федерации** и устанавливают допустимые концентрации химических веществ в почве **ЗАКОН ГОРОДА МОСКВЫ «О ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ЗОНИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МОСКВЫ»** (в ред. Закона г. Москвы от 01.12.1999 N 41, от 12.02.2009 N 5, от 27.04.2009 N 14) с набором функциональных зон

ПДК, мг/кг

Кадмий	Медь	Мышьяк	Никель	Свинец	Цинк	Ртуть
Cd	Cu	As	Ni	Pb	Zn	Hg
0,5	33	2	20	32	55	2,1

нормативов ГН 2.1.7.2041-06 , ГН 2.1.7.2511-09 и др.

ОДК, мг/кг

Градации	Кадмий	Медь	Мышьяк	Никель	Свинец	Цинк	Ртуть
ПРЕДЕЛЬНЫЕ (ОДК) КОНЦЕНТРАЦИИ	Cd	Cu	As	Ni	Pb	Zn	Hg
пески, супеси	0,5	33	2	20	32	55	2,1
суглинки, рН<5,5	1,0	66	5	40	65	110	4,2
сугл, глины рН>5,5	2,0	132	10	60	130	220	8,4
ОДК/ПДК	4	5	3	4	4	4	4

Оценка степени химического загрязнения почвы (СанПиН 2.1.7.1287-03)

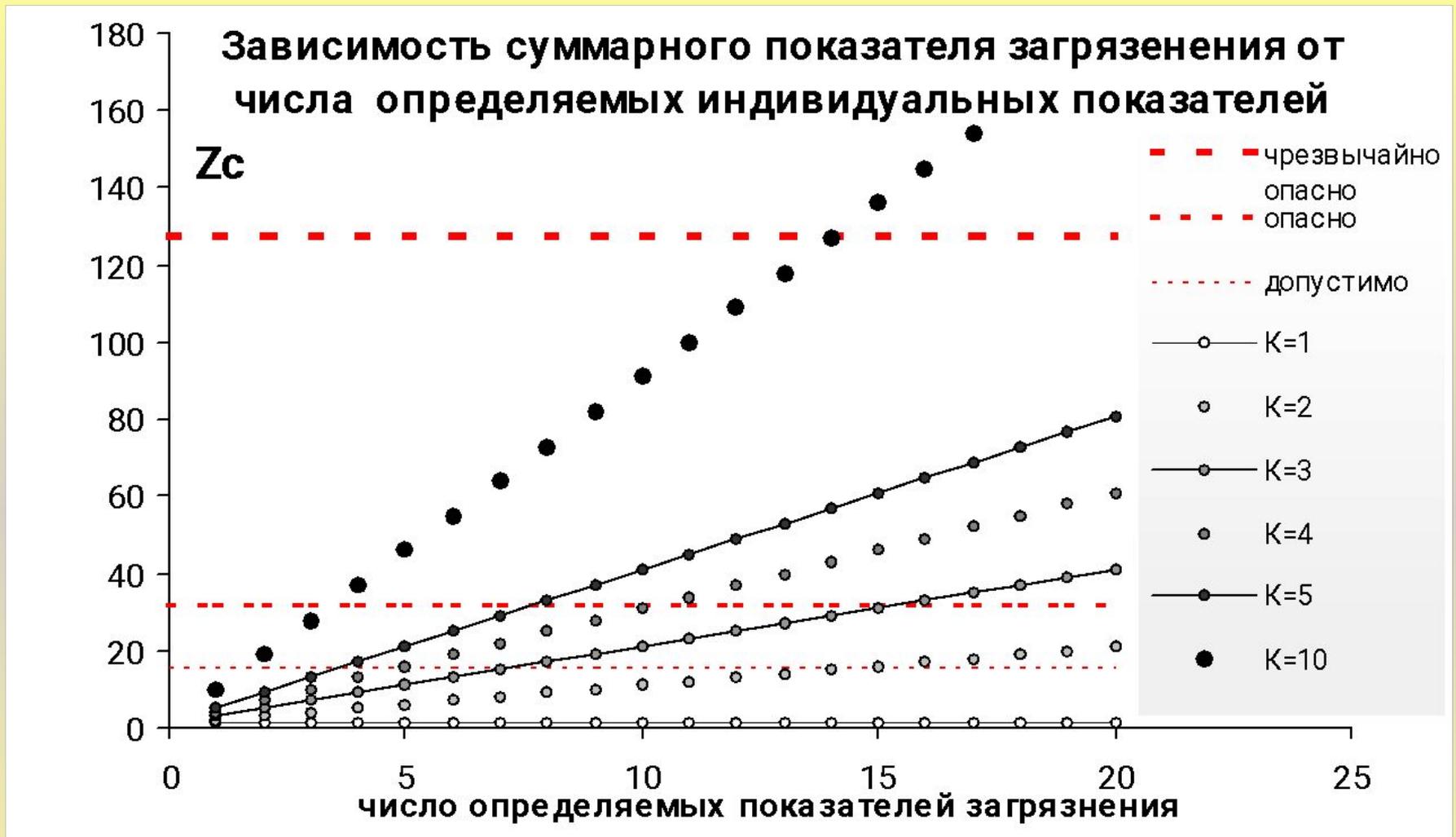
Категории загрязнения	Z _c	Содержание в почве (мг/кг)			
		I класс опасности		II класс опасности	
		Орг. соединения	Неорг. соединения	Орг. соединения	Неорг. соединения
Чистая	—	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК
Допустимая	< 16	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК
Умеренно опасная	16 - 32				
Опасная	32 - 128	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до K _{max}	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до K _{max}
Чрезвычайно опасная	> 128	> 5 ПДК	> K _{max}	> 5 ПДК	> K _{max}

K_{max} - максимальное значение допустимого уровня содержания элемента по одному из четырех показателей вредности. **Z_c** - суммарный показатель загрязнения, расчет которого проводится в соответствии с методическими указаниями по гигиенической оценке качества почвы населенных мест.

Степень загрязнения почв тяжелыми металлами (МУ 2.1.7.730-99)

Наименование	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
	1-й ур.- допустимый < ПДК	2-й ур.- низкий	3-й ур.- средний	4-й ур.- высокий	5-й ур.- очень высокий
Химические элементы:					
Кадмий	<2	2-3	3-5	5-10	>10
Свинец	<65	65-130	130-250	250-600	>600
Ртуть	<2,1	2,1-3	3-5	5-10	>10
Мышьяк	<10	10-20	20-30	30-50	>50
Цинк	<220	220-450	450-900	900-1800	>1800
Медь	<132	132-200	200-300	300-500	>500
Никель	<80	80-160	160-240	240-500	>500
Суммарный индекс (Zc)	<8ед.	8-16 ед.	16-32 ед.	32-128 ед.	>128 ед.
Среднее превышение ПДК (ОДК)	1	2	3	6	>6

Суммарный показатель загрязнения Z_c



Его расчет осуществляется по формуле

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1),$$

$K_c = C_i / C_{ф_i}$ – коэффициент концентрации i -го химического элемента, n – число учитываемых химических элементов с $K_c > 1$.

РЕСУРСНЫЙ ПОДХОД – МЕТОДОЛОГИЯ

Столь большое «поле» (от 1 до 4 ПДК) федеральных нормативов дает возможность создания **дифференцированной системы муниципального уровня** в зависимости от:

- 1) Свойств почв (дисперсности, способности удерживать вещества)
- 2) Принадлежности почв к той или иной функциональной зоне (закон «О ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ЗОНИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МОСКВЫ» (в ред. от 27.04.2005 N 14))

Основная идея: *Самые жесткие нормативы* (ПДК), независимо от свойств почвы согласно закону – в жилых зонах (В), городских общественных зонах- учебно-образовательных (Б2), спортивно-рекреационных (Б5), лечебно-оздоровительных (Б6), учебно-воспитательных (Б7) и природоохранной (водоохранной) санитарной зоне (А3).

Для других зон производится *дифференциация по дисперсности почв*. с использованием ОДК. Если пески, супеси – почвы не способные удерживать загрязнители – опять самые жесткие требования (ПДК), если средней дисперсности – ОДК=2ПДК, если глины, перегной, торф – ОДК=4ПДК, согласно ГН 2.1.7.2042-06

Ресурсная характеристика почв (запасы негативных веществ)

Pb, г/м ²	Zn, г/м ²	Cd, г/м ²	Hg, г/м ²	As, г/м ²	Cu, г/м ²	Ni, г/м ²	Градации, комментарии	
пески, супеси							<p>Норма: почва условно не загрязнена биологической активностью; растения развиваются нормально; нет угрозы здоровью населения.</p>	
<50	<80	<1	<3	<3	<50	<30		
легкие, средние суглинки								
<100	<170	<2	<6	<8	<100	<60		
тяж. суглинки, глины, торф, перегной								
<200	<300	<3	<15	<15	<200	<90		
пески, супеси								
50-100	80-160	1-2	3-6	3-6	50-100	30-60		
легкие, средние суглинки								
100-200	170-340	2-3	6-12	8-15	100-200	60-120		
тяж. суглинки, глины, торф, перегной								
200-400	300-400	3-6	15-30	15-30	200-400	90-180		
пески, супеси							<p>Слабая степень загрязнения: незначительное снижение биологической активности репродуктивной функции приживаемости растений; угроза здоровью населения минимальна.</p>	
100-150	160-240	2-3	6-9	6-9	100-150	60-90		
легкие, средние суглинки								
200-300	340-510	3-5	12-18	15-23	200-300	120-180		
тяж. суглинки, глины, торф, перегной								
400-600	400-900	6-9	30-45	30-45	400-600	180-270		
пески, супеси								
150-250	240-400	3-5	9-15	9-15	150-250	90-150		
легкие, средние суглинки								
300-500	510-850	5-8	18-30	23-38	300-500	180-300		
тяж. суглинки, глины, торф, перегной								
600-1000	900-1500	9-15	45-75	45-75	600-1000	270-450		
пески, супеси							<p>Средняя степень загрязнения: умеренное снижение биологической активности почвы, продуктивности иммунитета растений; средняя угроза здоровью населения.</p>	
>250	>400	>5	>15	>15	>250	>150		
легкие, средние суглинки								
>500	>850	>8	>30	>38	>500	>300		
тяж. суглинки, глины, торф, перегной								
>1000	>1500	>15	>75	>75	>1000	>450		
пески, супеси								<p>Сильная степень загрязнения: существенное снижение биологической активности почвы, продуктивности иммунитета растений; мутации; сильная угроза здоровью населения.</p>
>250	>400	>5	>15	>15	>250	>150		
легкие, средние суглинки								
>500	>850	>8	>30	>38	>500	>300		
тяж. суглинки, глины, торф, перегной								
>1000	>1500	>15	>75	>75	>1000	>450		
пески, супеси							<p>Очень сильная степень загрязнения: мутации и гибель живых организмов; почва бесплодна; подлежит незамедлительной замене и консервации.</p>	
>250	>400	>5	>15	>15	>250	>150		
легкие, средние суглинки								
>500	>850	>8	>30	>38	>500	>300		
тяж. суглинки, глины, торф, перегной								
>1000	>1500	>15	>75	>75	>1000	>450		

Нормативные показатели почвогрунтов, применяемых при озеленении и рекультивации загрязненных почв в г. Москве. «Правила создания, содержания и

Для создания цветников				
Гранулометрический состав: содержание частиц < 0.01 мм	%	10-35	Пирофосфатный пипет- метод	ГОСТ 26213-91
Содержание орг. Вещества	%	15-25	ГОСТ 26213-91	ГОСТ 26483-85
Реакция среды рН (KCl)	-log H+	5-7	ГОСТ 26483-85	
Электродное сопротивление	мг/100 г	Не более 7		
Электропроводность (ЕС)	мСм/см 25°С	Не более 1.5		ГОСТ 26207-91
Содержание элементов питания: обменного калия подвижного фосфора	мг/к г К ₂ О мг/к г Р ₂ О ₅	100-250 300-600	ГОСТ 26207-91	ГОСТ 26207-91
* – ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов в суглинистых почвах, близких к нейтральным и нейтральных (рН _{KCl} > 5.5).				

Цинк (Zn)

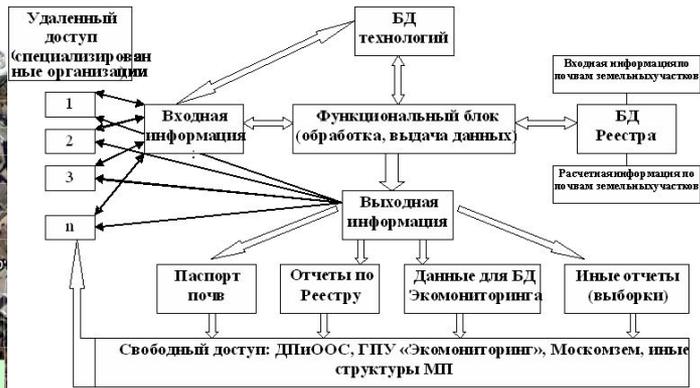
Используя агрохимические нормативы в виде концентраций, получаем по аналогии с загрязнением ресурсную характеристику почв по запасам позитивных веществ.

$C_{орг.},$ кг/м ²	N, г/м ²	P, г/м ²	K, г/м ²	$C_{орг}$ – общий органический углерод, N – минеральный азот, P K, – подвижные формы.
пески, супеси				Критический уровень. Почва неплодородна. Без постоянного внесения минеральных удобрений нормальное развитие большинства растений невозможно
<3	<30	<40	<60	
легкие, средние суглинки				
<5	<40	<60	<80	
тяж. суглинки, глины, перегной				
<7	<50	<80	<100	
пески, супеси				Почва обладает невысоким уровнем естественного плодородия. Для стабильного развития растений нужны минеральные и органические удобрения.
3-6	30-60	40-80	60-120	
легкие, средние суглинки				
5-8	40-80	60-120	80-160	
тяж. суглинки, глины, перегной				
7-10	50-100	80-160	100-200	
пески, супеси				Почва плодородна. Растения развиваются нормально. Рекомендуется периодическое (1 раз в 3 года) внесение компостов (органических удобрений) для поддержания плодородия
6-12	60-120	80-160	120-240	
легкие, средние суглинки				
8-16	80-160	120-240	160-320	
тяж. суглинки, глины, перегной				
10-14	100-200	160-320	200-400	
пески, супеси				Окультуренная или исходно высоко плодородная почва. Обеспечивает стабильную высокую продуктивность растительности без дополнительных мероприятий.
12-18	120-180	160-240	240-360	
легкие, средние суглинки				
16-24	160-240	240-360	320-480	
тяж. суглинки, глины, перегной				
14-30	200-300	320-480	400-600	
пески, супеси				Избыток элементов минерального питания и органического вещества преимущественно в виде детрита. Возникает опасность засоления, эвтрофикации водоемов и избыточной эмиссии парниковых газов в атмосферу.
>18	>180	>240	>360	
легкие, средние суглинки				
>24	>240	>360	>480	
тяж. суглинки, глины, перегной				
>30	>300	>480	>600	

граница экологической нормы

НИОКР: АИС МЕНЕДЖМЕНТА ГОРОДСКИХ ПОЧВ (ПИЛОТНАЯ ВЕРСИЯ)

Автоматизированная информационная система для оценки почвенных ресурсов земельного участка, выявления основных почвенных проблем и подбора технологий оздоровления - обработки, рекультивации и ремедиации почв из адресной БД



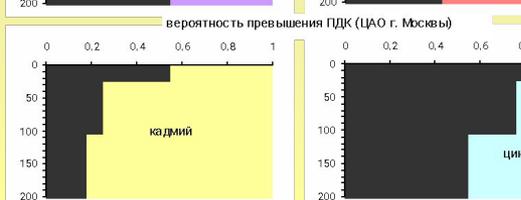
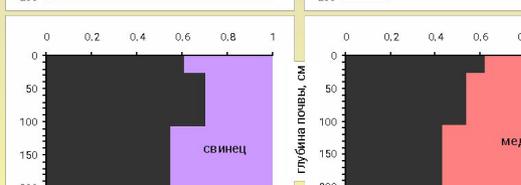
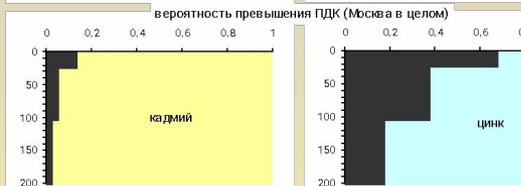
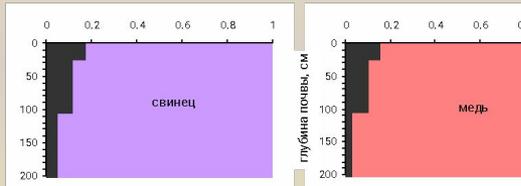
Принципиальная Блок-схема Автоматизированного модуля для ведения Реестра, Паспортизации и подбора технологий обработки и рекультивации почв г. Москвы.

↔ ← → — прямые и обратные связи между структурными элементами АИС, поставщиками и пользователями информации

Примеры автоматизированного подбора управленческих решений на базе АИС для инвентаризации городских почвенных ресурсов (участок «Золотые ключи-2»)

Временное технологическое оздоровление	Коды технологий	Ориентировочная стоимость (руб.)
Заполнение/ландшафтная зона	Коды технологий	Ориентировочная стоимость (руб.)
Рекультивация	A10	112 320
Превентивные меры	A1, A2, A8	38 696
Рекультивация	B3, B4, B5, B6, B7, B1, B4	1 350 000
Нерудчатое известкование/глинчатое	Коды технологий	Ориентировочная стоимость (руб.)
Рекультивация	A3, A4, A7, A11	25 920
Превентивные меры	A2, A8, Г4	31 104
Рекультивация	B3, B4, B5, B6, B10, B3, B4, B6, Г1	1 350 000
Защитное глиняно-металлическое покрытие	Коды технологий	Ориентировочная стоимость (руб.)
Рекультивация	B1, B2, B3, B7, B8, B9, E10, E1, E3, B4, B6, Г1	540 000
Превентивные меры	A1, A2, A8, E2, Г2, Г4	64 800
Превентивные меры	A3, Г2, Г4	777 600

АИС позволяет не только подобрать оптимальные технологии, но и оценить затраты по участку с учетом текущих рыночных цен



Паспорта Участки без паспортов **Новый участок** Учетные записи Технологии

Участок

Дата обследования:

Административный округ:

Район:

Кадастровый квартал:

Краткое наименование:

Доминирующий тип функционального назначения:

Адрес:

Общая площадь земельного участка: га

Телефон:

Площадь открытых почвенных поверхностей: га

Факс:

Вид права на землю:

Эл. почта:

Землепользователь:

Почвы:

Полное наименование:

Группы технологий:

А - технологии культивации (обработки) почв и реабилитации почв ; Б - технологии рекультивации загрязненных почв ; В - технологии почвенно-ландшафтного конструирования ; Г - технологии нормированного техногенного воздействия на почвы, экоконтроль

Коды технологий (выборочно):

A1-мех обработка почвы; A2- герبوкультивация; A3-мульчирование поверхности почвы, пескование; A4-внесение удобрений; A5-очистка от мусора и скрининг почвы; A6-дезинфекция (обеззараживание) и дезинсекция почвы; A8-полив и биостимуляция растворами БИД; A9-иригация и промывка почвы от солей; A10-известкование, подкисление и гипсование; B1-локализация и эвакуация радиоактивных и сильнозагрязненных почвогрунтов 1-3 классов опасности; B2-реплантация почв; B3-перекрытие (подсыпка чистого грунта);

Координаты точек отбора проб

30	30	30,10	" С. Ш.	31	44
30,40	" В. Д.				
30	30	30,11	" С. Ш.	31	42
30,31	" В. Д.				
30	30	30,21	" С. Ш.	31	42
30,00	" В. Д.				

Название (тип) почвы:

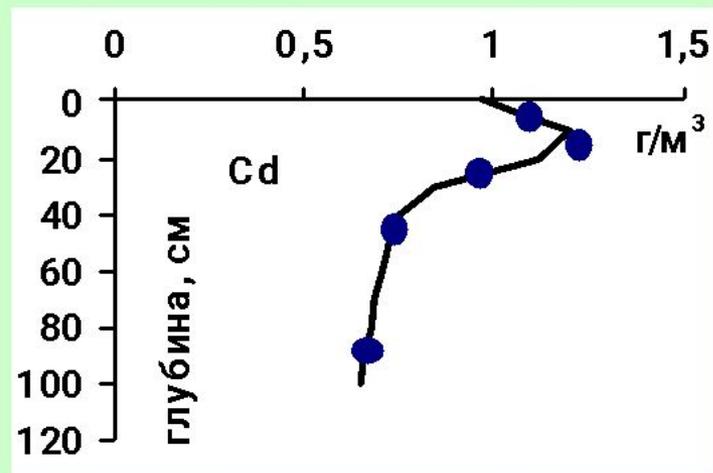
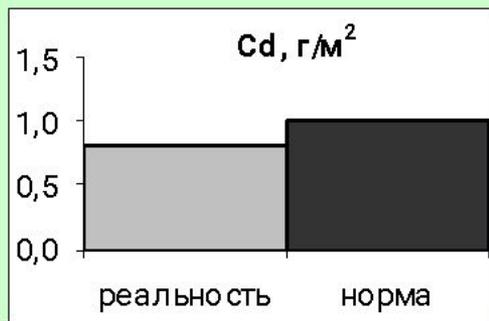
Название функционального элемента участка с типом растительности:

Фрагменты интерфейса автоматизированного модуля для ведения Реестра и паспортизации городских почв

Интернет-адрес АИС: <http://moscow.soil.msu.ru/>

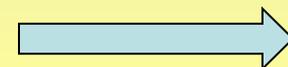
Алгоритм автоматизированной оценки качества почв с использованием численного интегрирования **запасов** вредных (загрязняющих почву) и полезных (обеспечивающих плодородие) веществ в почвенном профиле

объемные концентрации Cd г/м ³		кадмий Сплайн Cd, г/м ³		запас 10 Cd, г/м ²	запас 30 Cd, г/м ²	запас 50 Cd, г/м ²	запас 100 Cd, г/м ²
исходные	расчетные	исходные	расчетные				
1,09	5	0	0,97	0,11	0,32	0,48	0,82
1,22	15	5	1,09				
0,96	25	10	1,20				
0,74	45	20	1,12				
0,66	87,5	30	0,85				
		40	0,75				
		50	0,72				
		60	0,70				
		70	0,69				
		80	0,67				
		90	0,66				
		100	0,65				

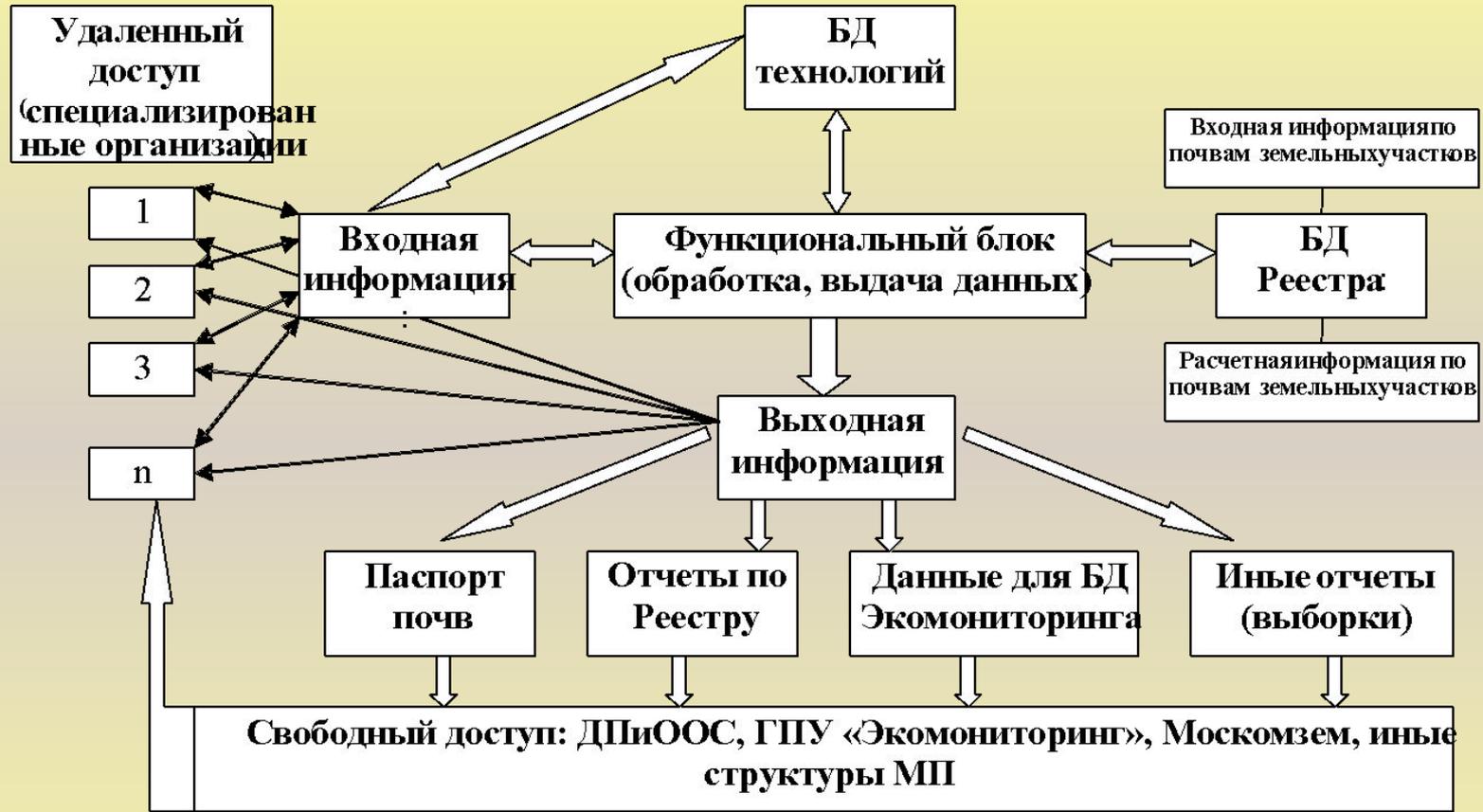


супесь	норматив	г/м ²	реальность	0,8	реальности
	не достаток		нет загряз	1,0	норма
	норма (<ПДК)	1	неглубоко копроф ильное		
	слабый уровень	2,0			
	средний уровень	3,0			
	сильный уровень	5,0			
	очень сильный уровне	> 5,0			

Расчеты в EXCEL



Автоматизированный модуль для ведения Реестра, паспортизации и подбора технологий воспроизводства городских почвенных ресурсов (программное обеспечение пилотной версии – С.А. Иванов)



Принципиальная Блок-схема Автоматизированного модуля для ведения Реестра, Паспортизации и подбора технологий обработки и рекультивации почв г. Москвы.

↔ — прямые и обратные связи между структурными элементами АМ, поставщиками и пользователями информации

Пример автоматизированной ресурсной оценки почв земельного участка «Золотые ключи-2»

Территория ком.

- Время, адрес и область земли
- Дата обследования 25.06
 - Административный округ
 - Район: Раменки
 - Кадастровый номер: 77/0
 - Доминирующий тип функ.
 - Общая площадь земельны
 - Площадь открыты
 - Вид права на землю : дол
 - Наименование и адрес з
 - Наименование и адрес о
- Научный парк: МГУ, вл
admin@escosciences.ru,



ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
Департамент Природопользования и Охраны Окружающей Среды

ПАСПОРТ ПОЧВ земельного участка г. Москвы

Инв. № 200700004

Административный округ: ЗАО Район: Раменки _Кадастровый квартал (номер): 77/07/13001/006

Землепользователь: ООО «Миракс Групп», Мясная ул., пр. 72б
Вид права на землю: долгосрочная аренда
Тип функционального назначения участка: В (жилая)
Общая площадь участка: 10,0 га. Площадь открыток почв участка: 5,4 га.

Характеристика отделе

- Порядковый №: 1

Постоянная характеристика

Глубина отбора про
суперметрический (тег турны
ность (объемная масса) д/с
pH водного раст
электропроводность на 1 см
оде ризание общего органиче
Содержание минерального
Содержание подвижного фс
Содержание подвижного в
ержание валовых форм тяжк
Pb
Cd
Hg
Zn
As

Типы доминирующ почв и их экологическое состояние

Название, гранулометрический состав, функциональный элемент участка	Доля %	Биоресурсный потенциал:	Негативные техногенные и санитарно-эпидемиологические факторы:		
			Степень уплотнения	Степень засоления	Категория загрязнения
конструктивизм сугсь, склоны и цветники придорожной территории	52	высокий	нет	незасоленные	допустимая
урбодерново-подзолистая, левый суглинок, склоны оврагов с древесной	48	средний	нет	незасоленные	умеренно опасная

Опасность радиационного загрязнения: не выявлена

Категория общего санитарного состояния территории: умеренно опасная

Общее экологическое состояние почвенного покрова участка: норма

Угроза здоровью населения: средняя Степень экологического риска для пограничных сред отсутствует

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНИВШАЯ ОБСЛЕДОВАНИЕ:
АНО «Экотерра»
(название, подпись должностного лица, печать)

ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАТЕЛЬ (балансодержатель):

(подпись должностного лица)

ВЫДАН:
ДПнООС г. Москвы

(подпись должностного лица, печать)

СОГЛАСОВАНО:
Департамент земельных ресурсов г. Москвы

(подпись должностного лица, печать)

Дата выдачи: 25.06.2013 г.

Действителен до 25.06.2013 г.

Без ПРИЛОЖЕНИЙ № А-К недействителен



8 E
5 E

р растительности: склоны оврагов с древесной

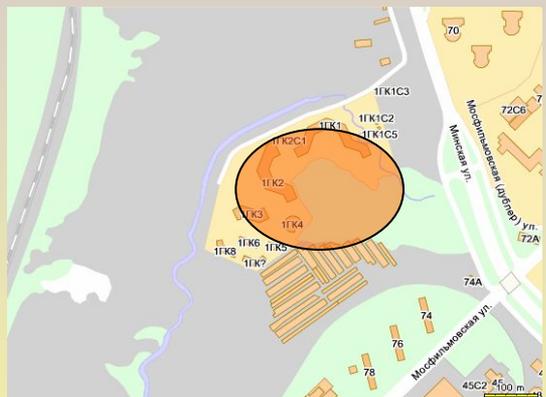
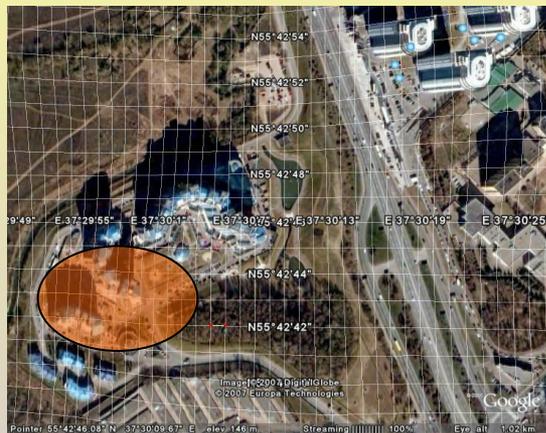
любопытное полевое растение с поперечными (форма поперечности (слоя почвы 0-5см)):

	27	60
	ЛЕСНОЙ СУГЛИНОК	ЛЕСНОЙ СУГЛИНОК
	1,23	1,52
	8,1	6,8
	0,8	0,8
	1,9	0,5
	10	8
	11	5
	29	16
	18	11
	0,3	0,1
	0,1	0,1
	92	79
	1,7	1,4



- Места отбора проб по которым выявлено загрязнение

Примеры автоматизированного подбора управленческих решений на базе АМ для инвентаризации городских почвенных ресурсов (**участок «Золотые ключи-2»**)



Заражение патогенными организмами	Коды технологий	Ориентировочная стоимость (руб.)
Закисление/ защелачивание	Коды технологий	Ориентировочная стоимость (руб.)
Рекультивация	A10	112 320
Превентивные меры бензпиреном	A1, A2, A8	33 696
Рекультивация	B3, B4, B5, B6, B9, B1, B4,	1 350 000
Недостаток элементов питания	Коды технологий	Ориентировочная стоимость (руб.)
Рекультивация	A3, A4, A7, A11	25 920
Превентивные меры нефтепродуктами	A2, A8, Г4	31 104
Рекультивация	B3, B4, B5, B6, B10, B3, B4, B6 Г1	1 350 000
Загрязнение тяжелыми металлами и мышьяком	Коды технологий	Ориентировочная стоимость (руб.)
Рекультивация	B1, B2, B3, B7, B8, B9, B10, B1, B3, B4, B6, Г1	540 000
Превентивные меры	A1, A2, A8, B2, Г2, Г4	64 800
Превентивные меры	A3, Г2, Г4	777 600

АИС позволяет не только дать ресурсную оценку качества почвы с выявлением проблем, но и подобрать оптимальные технологии их решения, а также оценить затраты по участку с учетом рыночных цен

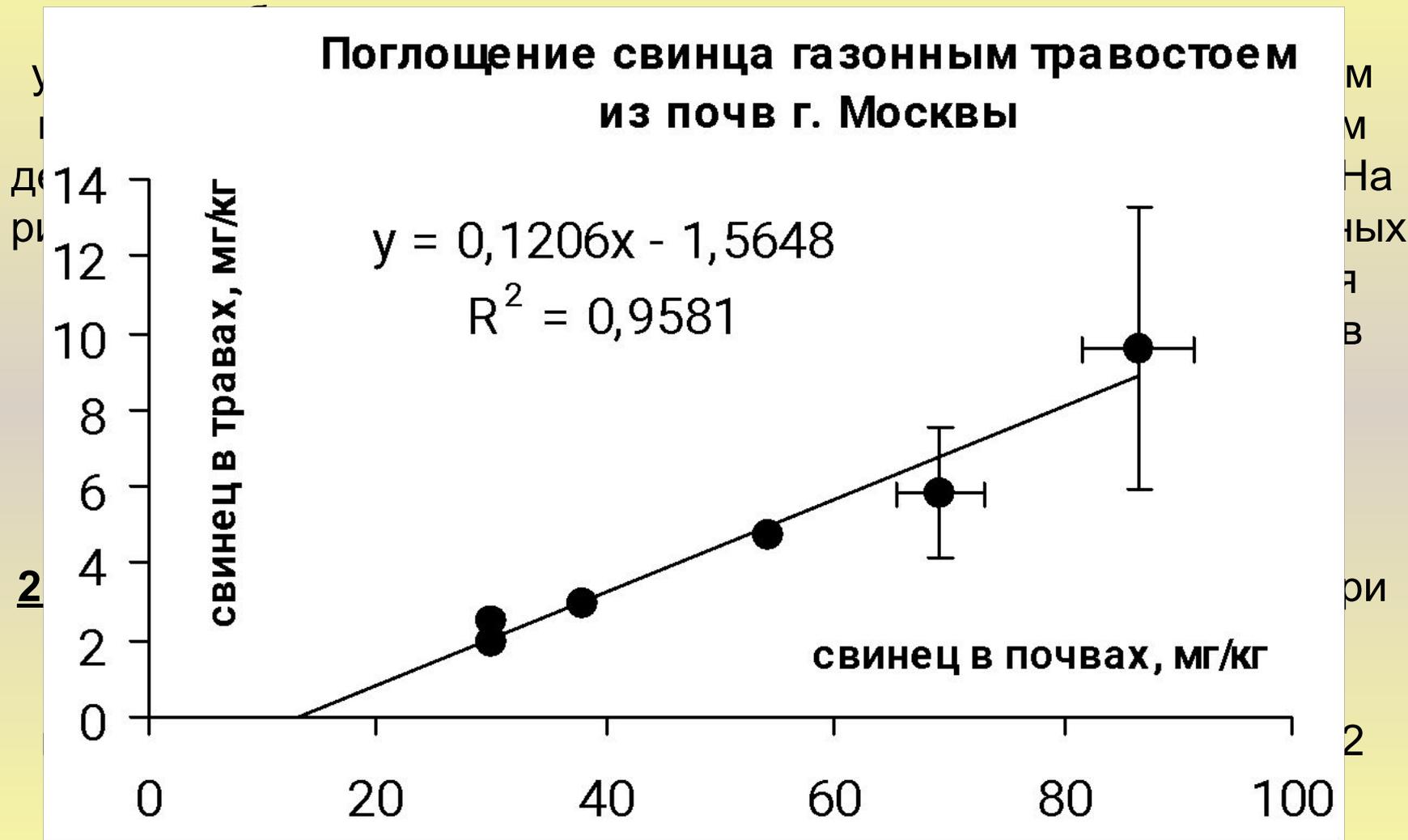
ПОДРОБНЕЕ О ЦЕНЕ ПОЧВЫ И ТЕХНОЛОГИЙ МЕНЕДЖМЕНТА

РЕСУРСНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ позволяет с качественно новых позиций подойти к проблеме **ЭКОНОМИЧЕСКОЙ** оценки почв. Традиционно в нашей стране экономическая оценка осуществляется двумя основными путями – привязкой стоимости почв к кадастровой стоимости земель в виде определенной доли и определению стоимости по функциональным характеристикам почвы, в первую очередь ее плодородию в сравнении с принятыми эталонами (бонитировка почв). В обоих случаях используются довольно сложные и часто субъективные процедуры вычисления баллов, поправочных коэффициентов, а в результате цена почвы остается очень низкой на фоне стоимости земельного участка (городские, пригородные условия) или не отражает реальное значение сельскохозяйственного почвенного ресурса в условиях рыночных отношений. Вместе с тем именно последние позволяют дать объективную экономическую оценку почвенным ресурсам. И основная идея здесь предельно проста. На рынке материалов и технологий есть периодически меняющаяся, но при этом весьма четкая для каждого региона цена на почвогрунты определенного качества и на технологии и работы по рекультивации (ремедиации) земель. Эта цена оперирует единицей массы или объема почвогрунта, то есть, по сути – количеством почвенного ресурса.

Например, сколько же стоит почва в г. Москве? Городская земля имеет хорошо известную всем нам цену, а вот доля почвы от этой цены никем не определена. Очевидно, традиционные подходы к оценке почв по их плодородию и доходу с сельхозпродукции для города неприемлемы. Мы предлагаем самое простое решение – оценка по рыночной стоимости единицы почвенного ресурса. По новому закону городская почва ограничена верхним 1м слоем. Значит, на 1м² площади сосредоточен 1м³ почвенного ресурса. Рыночная стоимость кубометра сертифицированного плодородного почвогрунта в Москве сегодня порядка 1000 руб. Значит, на среднестатистическом земельном участке в 1 га стоимость почвы составляет минимум 10 млн руб. Минимум, поскольку в реальную стоимость надо вложить еще услуги по реплантации (замене) почвогрунта, восстановлению зеленых насаждений, экологической экспертизе и тд. Также с этой стоимостью должны соизмеряться величины расходов на ремедиацию, рекудбтвацию, воспроизводство почвенных ресурсов по современным технологиям (см результаты АИС)

Итак, владелец (арендатор) земельного участка должен представлять себе цену сосредоточенного на нем почвенного ресурса и нести обременение в поддержании экологического состояния этого ресурса в нормативно-установленных рамках. То же по идее и в с/х!

Ресурсный подход к оценке качества почв позволяет не только дать адекватную характеристику экологического состояния почвы как распределенного ресурса, но и подобрать оптимальные технологии



поглощения на два порядка (до 1000 мг/кг фитомассы, что соответствует растениям - гипераккумулянтам), расчетный срок ремедиации сократится до 200 лет, что все равно не приемлемо.

Экологическая оценка почв – почвенные режимы, эконормирование

Достаточно ли ресурсной оценки почв или почему погибли газоны летом в Москве ?

Ресурсная оценка касается лишь одной составляющей – твердой фазы почвы. Функционирование почвы обуславливается взаимодействием всех ее составляющих: твердой, жидкой, газовой и, главное – живых организмов.



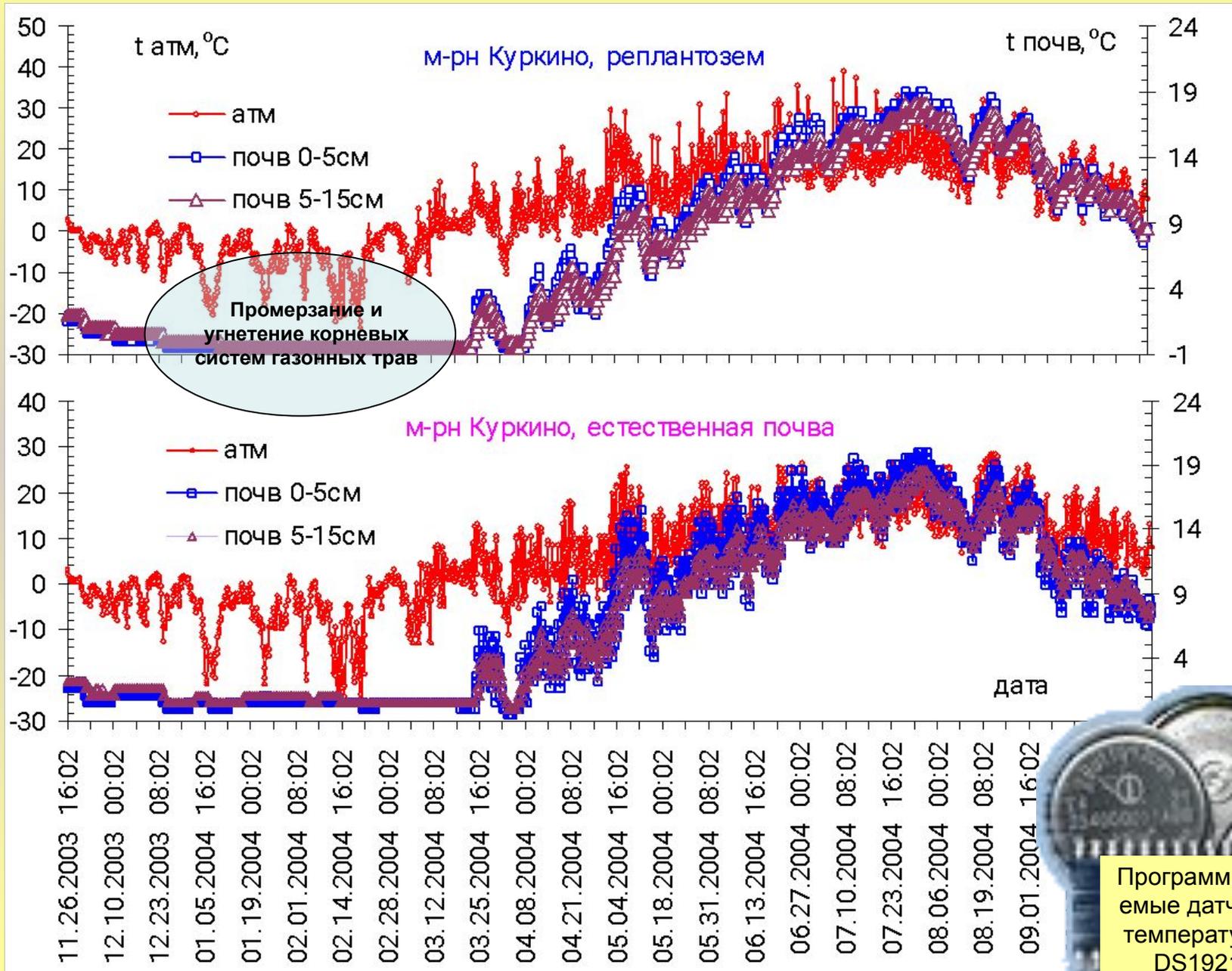
Поэтому наряду с фундаментальной РЕСУРСНОЙ характеристикой базовых показателей, в системе менеджмента городских почв должны присутствовать критерии, нормативы и технологии экологического мониторинга динамических свойств почвы, отражающих текущие РЕЖИМЫ их функционирования (температурный, водно-воздушный, солевой, кислотно-щелочной, биологической активности и т.д.).

Некоторые показатели экологического состояния почв и грунтов в антропогенных экосистемах в связи с проблемой озеленения (Смагин и др. 2006)

Показатель, обозначение, единицы измерения, метод определения:	Градации:		Комментарии (влияние на плодородие почв, окружающую среду, растительность и здоровье человека):
1. Гранулометрический состав. Метод раскатывания в шнур	Песок		Возможно угнетение роста растений из-за недостатка влаги и элементов питания
	Супесь		
	Легкий суглинок		При хорошей структуре – наиболее плодородные и оптимальные для большинства растений почвы
	Средний суглинок		
	Тяжелый суглинок		Возможно угнетение роста из-за плохой аэрированности и недоступности влаги и элементов питания
	Глина		
2. Мощность биогенного (гумусированного) слоя Н, см. Буровой метод или метод прикопок	Пески, супеси	Суглинки и глины	Различия в градациях в зависимости от вида почв и грунтов
	<7	<10	Недостаточная мощность, растения могут испытывать недостаток питательных веществ и влаги.
	7-15	10-20	Удовлетворительная мощность. Нетребовательные к питанию виды развиваются нормально.
	15-25	20-30	Достаточная мощность. Большинство растений развиваются нормально.
	>25	>30	Высокая мощность. Окультуренная или исходно высоко плодородная почва. Удовлетворяет потребностям культурных растений и требовательных к питанию видов.

3. Плотность сложения (для 0-20см минерального слоя), ρ_b , г/см ³ . Буровой метод	0,9-1,2 норма	Почва хорошо проводит воду и воздух. Растения чувствуют себя нормально
	1,2-1,4-слабое уплотнение	Частичное снижение впитываемости влаги и аэрации. Большая часть растений не реагирует
	1,4-1,5 – среднее уплотнение	Резкое снижение впитываемости и газообмена, усиление поверхностного стока. Проявляется угнетение роста, развитие анаэробных процессов.
	1,5-1,6 – сильное уплотнение	Сильное угнетение роста, анаэробнозис, сильные поверхностный сток и эрозия почвы
	>1,6 - переуплотнение	Почва полностью непригодна для растений и без рыхления они обречены на гибель. Почва практически не проводит воду и воздух.
4. Температура (метод программируемых термодатчиков)	< – 2 очень низкая температура	Почва заморожена, биологическая активность подавлена, возможна гибель корневых систем и почвенных организмов
	–2 - 0- низкая	Почва заморожена, или содержит незамерзшую влагу с высоким осмотическим давлением, слабая биологическая активность микрофлоры, анабиоз растений
	0-5 -холодная	Оттепель, оттаивание почвы, прорастание семян и луковиц (злаки, бобовые, зонтичные, луковичные..), активизация микрофлоры
	5-10 - умеренно холодная	Прогрев почвы, прорастание теплолюбивых культур, активизация почвенной фауны.
	10-15 – умеренно теплая	Достаточная теплообеспеченность почвы, умеренная биологическая активность и рост растительных культур.
	15-20 теплая	Повышенная теплообеспеченность; активизация испарения и иссушения почвы, нормальная биологическая активность и рост при достатке влаги.
	>20 – высокая температура	Высокая температура почвы , возможна засуха и снижение биологической активности и фотосинтеза.

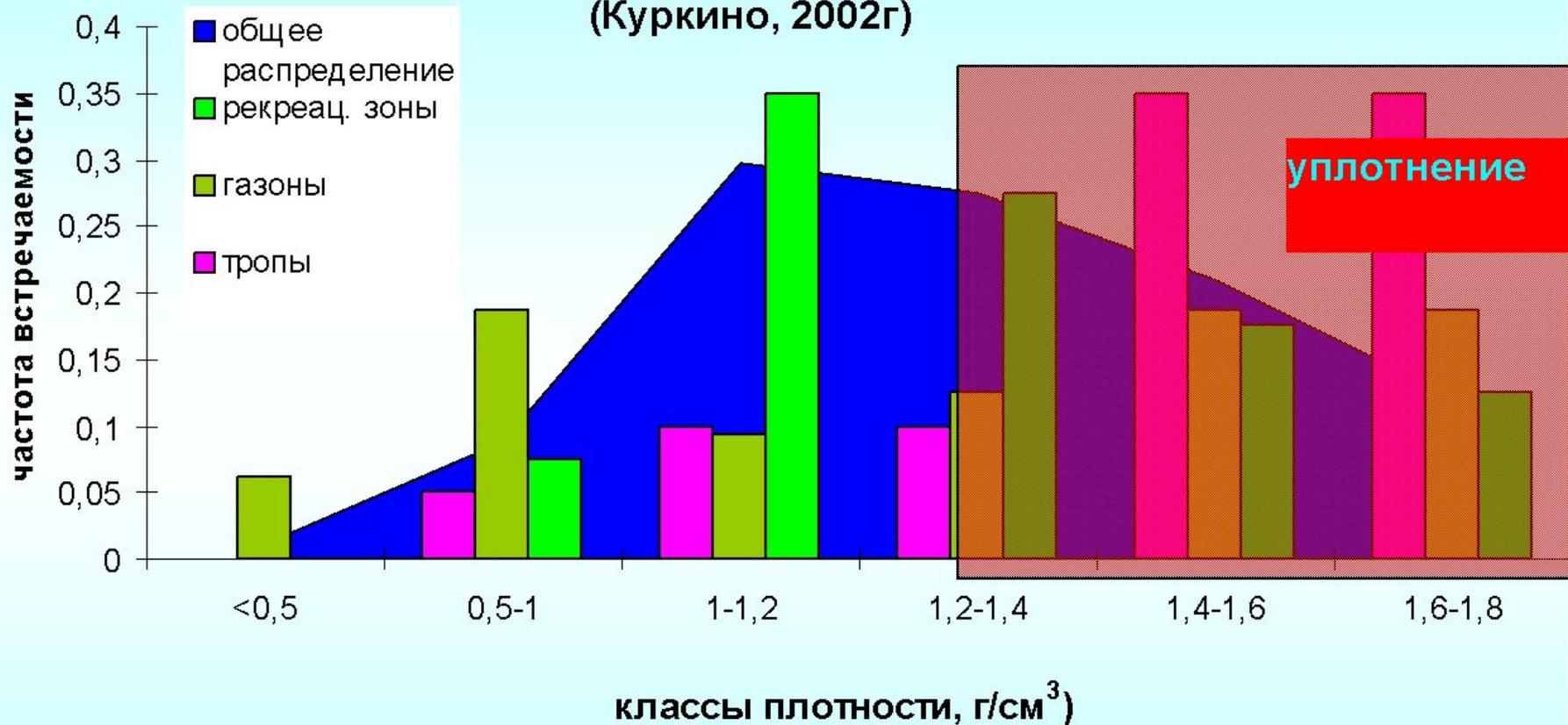
Экологический мониторинг температурного режима почвенных объектов в г. Москве (программируемые датчики «термохрон»)



5. Степень насыщенности почвы влагой, W/Ws: W% - влажность почвы, Ws%-полная влагоемкость. Гравиметрия, диэлькометрия	Пески:	Супеси, торфа:	Легкие и средние суглинки:	Тяжелые суглинки и глины:	Различия в грациях в зависимости от вида почв и грунтов
	>0,8-0,9	>0,85-0,9	>0,85-0,9	>0,85-0,9	Высокие непродуктивные потери влаги (сток, испарение), угнетение роста из-за переувлажнения
	0,2-0,85	0,4-0,85	0,5-0,85	0,6-0,85	Норма для растений, но остаются высокие непродуктивные потери влаги и часто неблагоприятны технологические свойства.
	0,05-0,3	0,15-0,4	0,3-0,5	0,4-0,6	Доступная для растений влага при невысоких непродуктивных потерях
	<0,05	<0,1-0,15	<0,2-0,3	<0,3-0,4	Недоступная влага, гибель растений

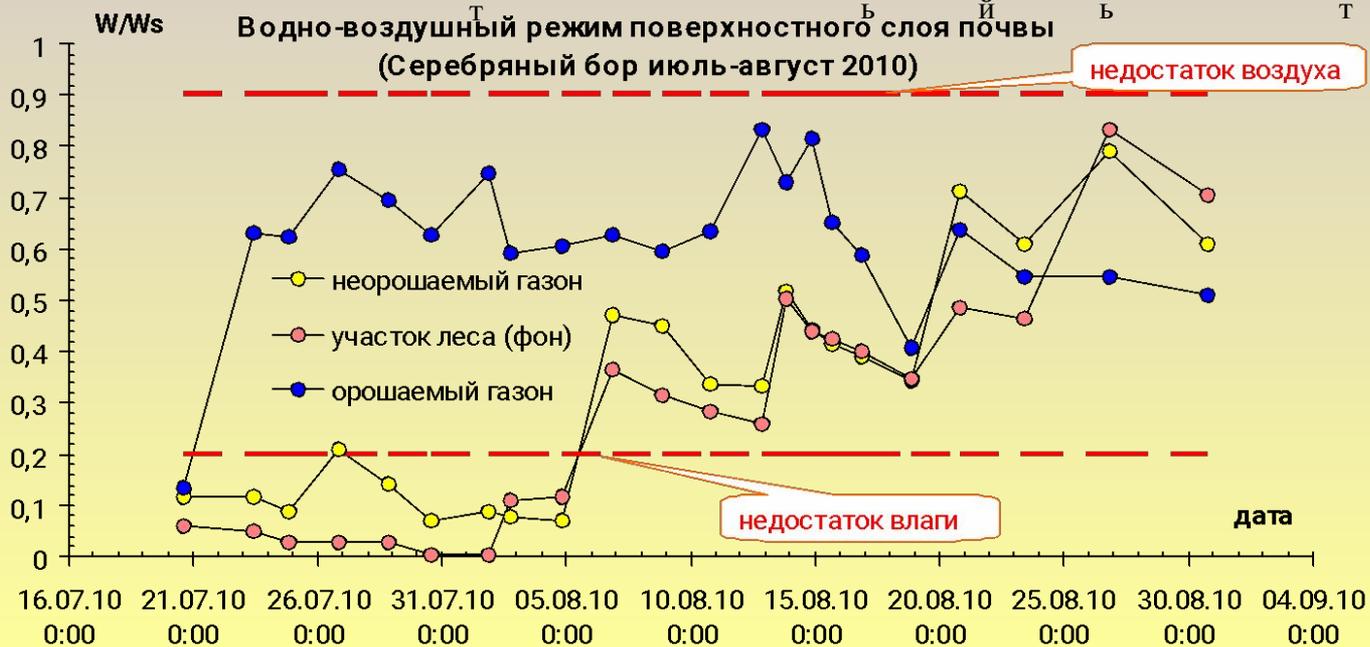
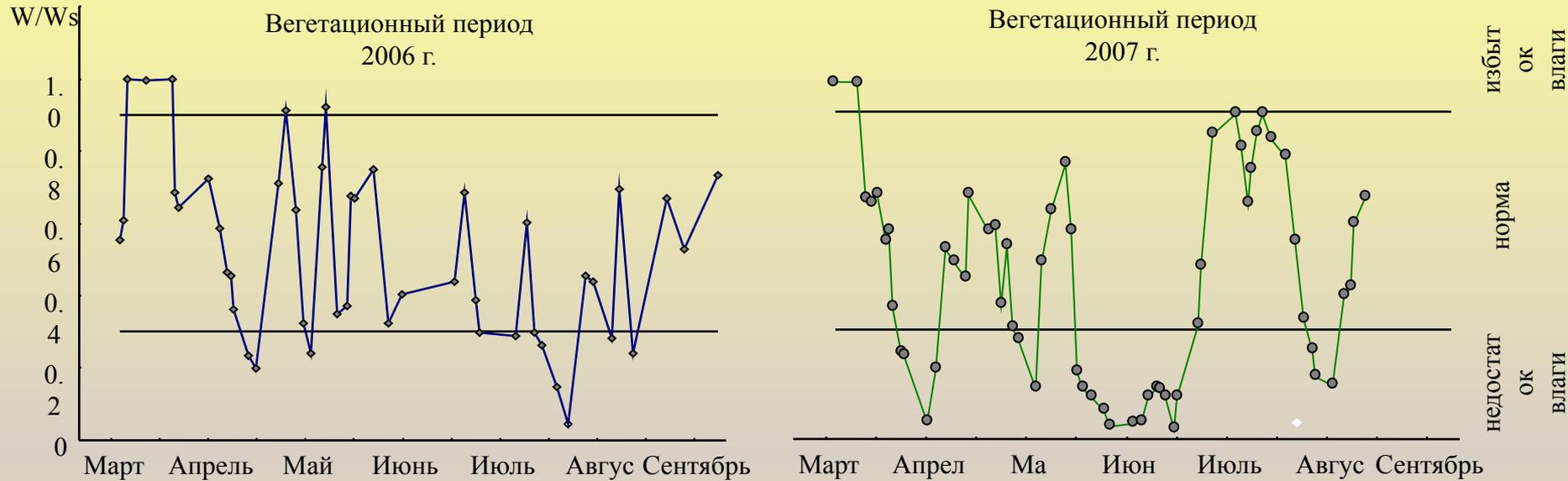
6. Электропроводность порового раствора, Ес, дСм/м.. Кондуктометрический метод	<2 незасоленные		Растения развиваются нормально
	2-4 очень слабо засоленные		Наступает угнетение роста чувствительных к засолению видов (бобовые, зонтичные, луковичные, розы, плодовые деревья и кустарники, ягодные, лещина)
	4-8 слабозасоленные		Гибель чувствительных видов, угнетение роста и снижение до 50% продуктивности большинства растений, неблагоприятные изменения физико-химических свойств почв.
	8-16 средnezасоленные		Снижение до 50-70% продуктивности толерантных к засолению видов (тополь, осина, ольха, райграс, пырей, овсяница), гибель большинства растений, необратимые изменения структуры
	16-32 сильнозасоленные		Гибель практически всех растений, необратимая деградация почвы и разрушение ее структуры
	> 32 очень сильно засоленные		Бесплодные и безжизненные грунты

Вероятностные распределения плотности почв (Куркино, 2002г)



До 30% случаев – повышенная плотность - угнетение и гибель растений (вдоль автодорог, пешеходных троп)

Мониторинг водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя почвы под травяным газоном (Московский зоопарк, 2006-2007, Серебряный бор, 2010)



МЕХАНИЗМ гибели газонов при выкашивании в жару: с удалением надземной фитомассы (травы), перестает работать «верхний концевой двигатель» - транспирация пара с листьев, благодаря которой вода и питательные вещества поступает из почвы в корни. Растение гибнет от недостатка влаги и пищи



До 30% случаев и более – неблагоприятный водно-воздушный режимы - угнетение и гибель растений. Отсутствие поливов в жару- основная причина плохой приживаемости посадок в современной Москве в селитебной зоне. Выгорание газонов в жару – результат бездумного регулярного выкашивания.

Влияние засоления на урожайность растительных культур

Группировка растений по солеустойчивости (Маас, 1984)

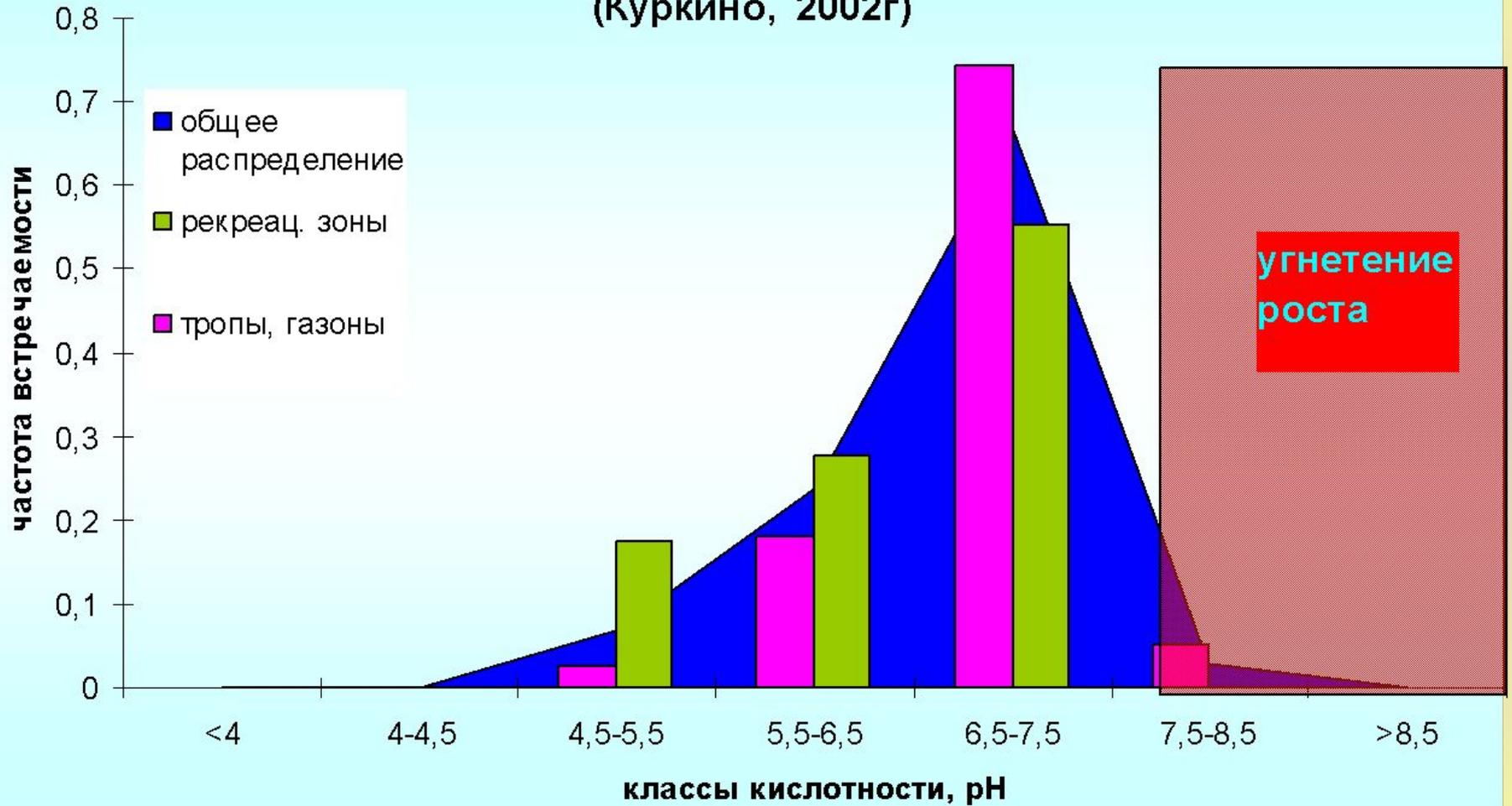
Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Чувствительные	Средне чувствительные	Слабо чувствительные	Толерантные
бобовые	рис	олива	хлопок
лук	кабачки	ананас	бермудская трава
морковь	кукуруза	житняк	пырей
лимон	огурцы	сорго	солянки
вишня	салат	пшеница	аспарагус
яблоня	редис	тополь	финик
персик	картофель	осина	овсяница
слива	виноград	ольха	райграсс
розы	клевер		суданская трава
ягоды	мятлик		
орешник	подсолнечник		
	костер безостый		



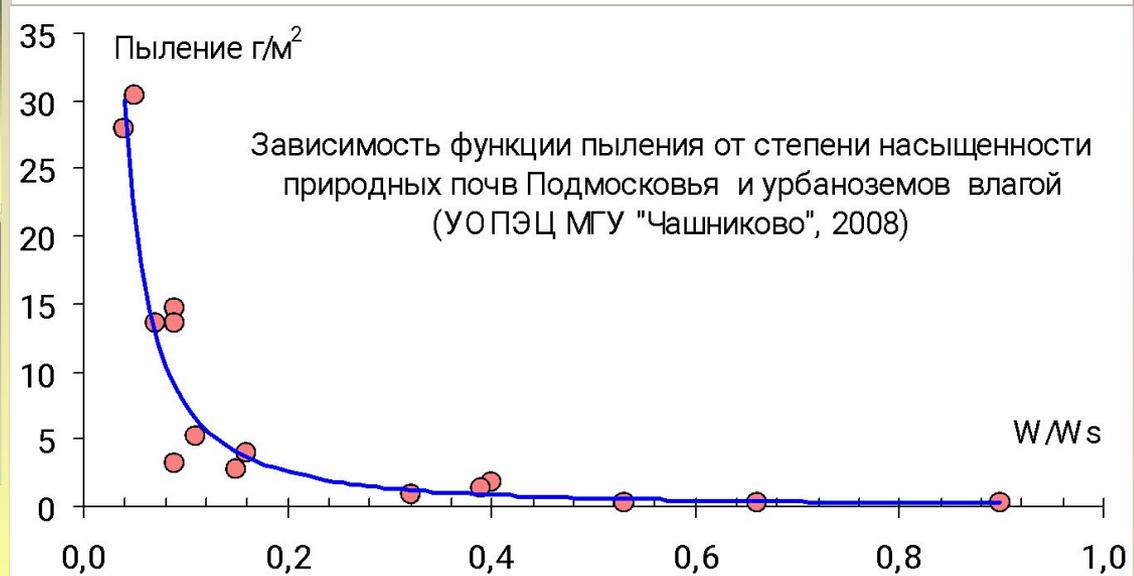
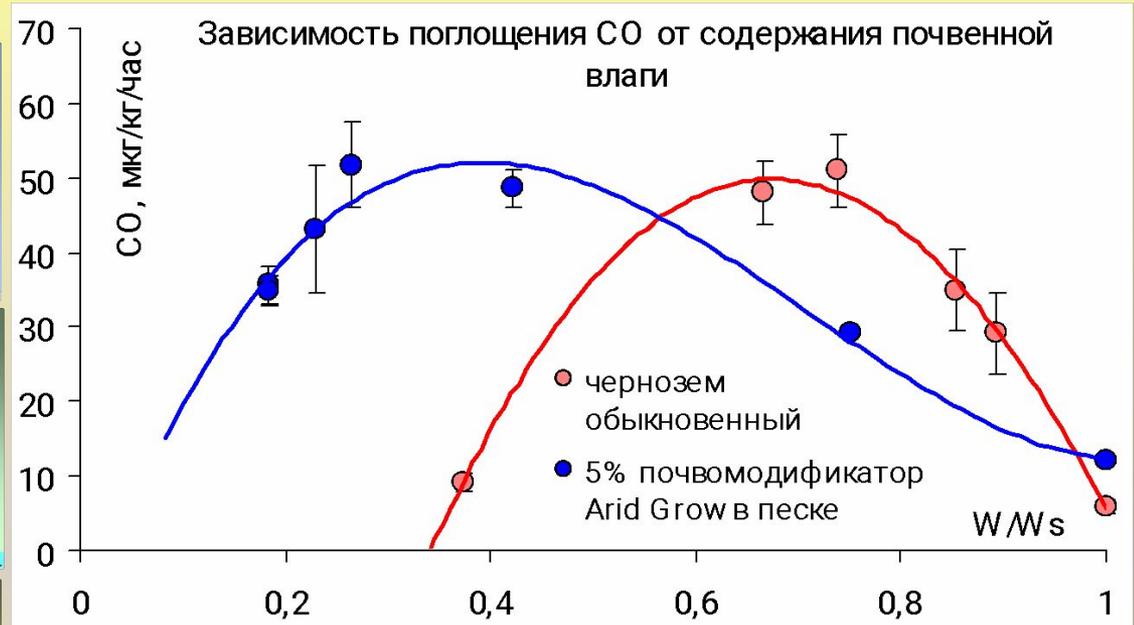
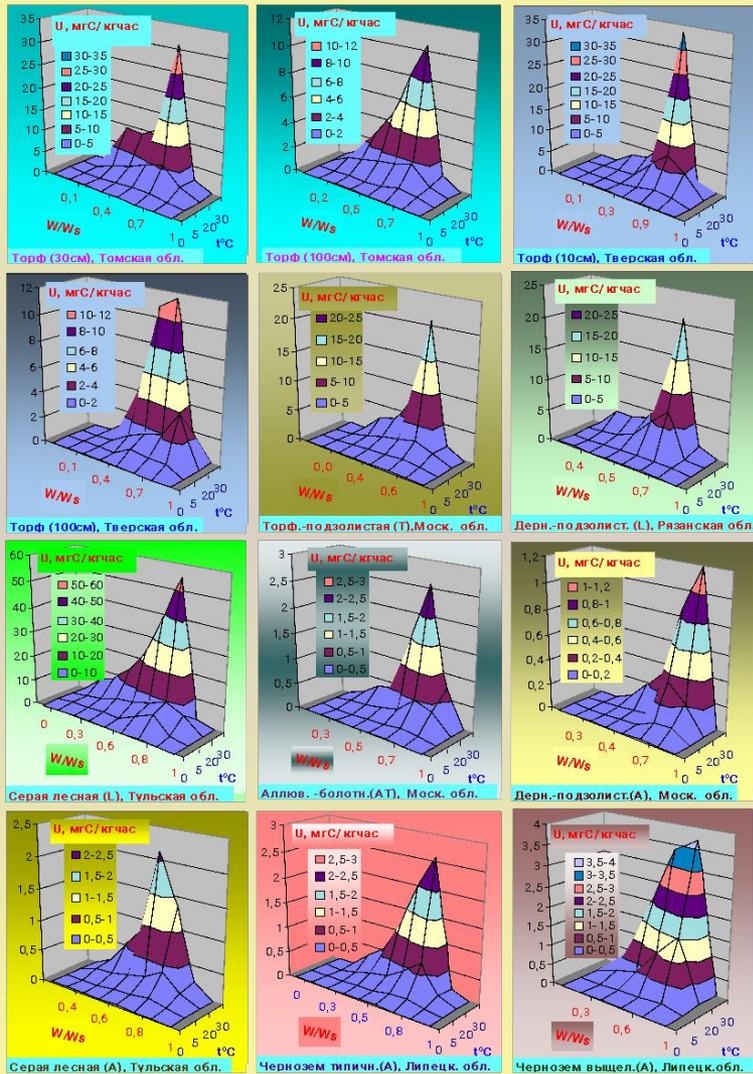
Данная диаграмма иллюстрирует влияние засоления на урожайность различных культур. По мере увеличения концентрации солей (ЕС) урожайность всех групп культур снижается. Группы с более высокой солеустойчивостью (Группы 3, 4, 5) демонстрируют более высокие пороги выживания и урожайности при засолении.

<p>7. Степень кислотности почвы (грунта), рН</p> <p>Потенциометрический метод</p>	<4 очень сильно кислые	Большинство высших растений гибнет. Активное разрушение и вынос элементов минерального питания (оподзоливание почвы)
	4-4,5 сильно кислые	Культурные растения угнетены. Оподзоливание.
	4,5-5,5 средне кислые	Оптимум для хвойных растений и сопутствующей бореальной группы напочвенного покрова
	5,5-6,5 слабо кислые	Нормальное состояние растений, включая культурные. Сочетание хвойных и лиственных пород с сопутствующей неморально-бореальной группой напочвенного покрова
	6,5-7,5 нейтральные	Нормальное состояние растений, включая культурные. Доминирование лиственных пород и неморальной группы.
	7,5-8,5 щелочные	Угнетение роста многих видов растений в сочетании с засолением почвы.
	>8,5 избыточно щелочные	Сильное угнетение и гибель большинства растений, необратимая деградация структуры, засоление, осолонцевание и осолодение почв.
<p>8. Дыхание почвы в стандартизованных условиях</p> <p>(оптимум биологической активности), Д, мгО₂/кгчас</p> <p>Инкубационный метод</p>	0-2 – очень низкая биологическая активность	Отсутствие или очень низкое содержание органического вещества почвы и (или) угнетение биологической активности загрязняющими веществами и электролитами (солями). Почва непригодна для выращивания растений.
	2-4 – низкая биологическая активность	Недостаточный уровень плодородия и (или) значительные загрязнение и засоление почвы. Растительность будет испытывать угнетение.
	4-8 – нормальная биологическая активность	Нормальное функционирование почвы, обеспечивающее продуктивность растений. Отсутствие или не существенный уровень загрязнения и засоления.
	>8 – высокая биологическая активность	Наличие в почве свежего органического субстрата, высокая концентрация ферментов. Растения в хорошем состоянии, однако, почва генерирует избыточное количество газов, приводя к локальному ухудшению атмосферы.

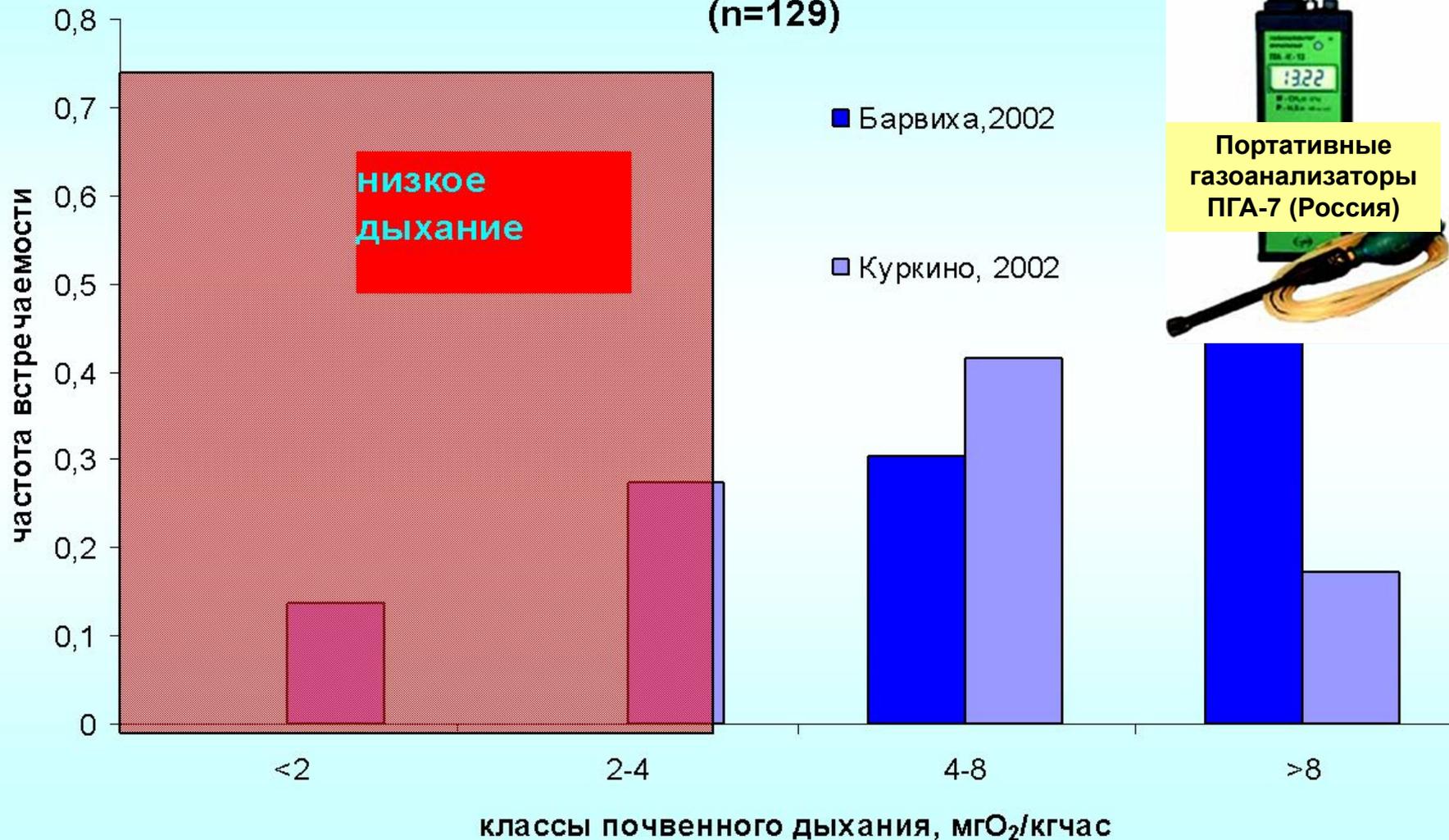
Вероятностные распределения кислотности почв (Куркино, 2002г)



Влияние влажности и температуры на БИОДЕСТРУКТОРНУЮ, ГАЗОВУЮ И ПРОТЕКТОРНУЮ ФУНКЦИИ почв

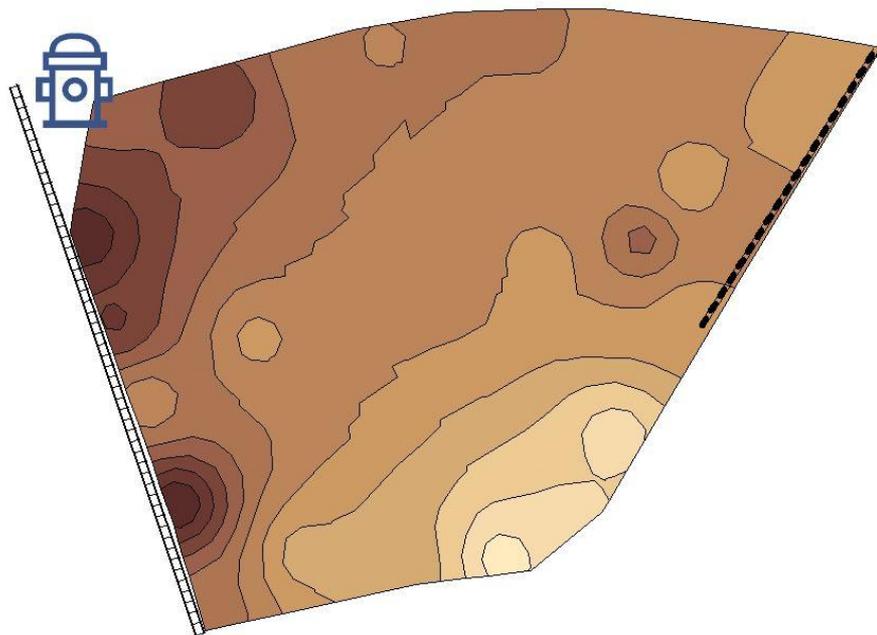


Вероятностные распределения дыхания почв (n=129)

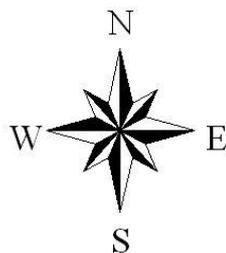
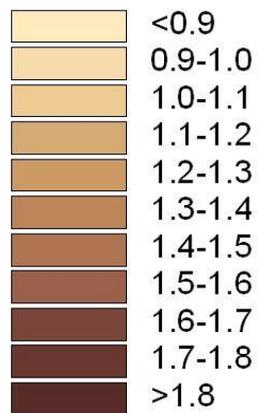


До 30% случаев – низкая биологическая активность почвы, а значит система фитоценоз-почва неустойчива и не способна быть продуктивной

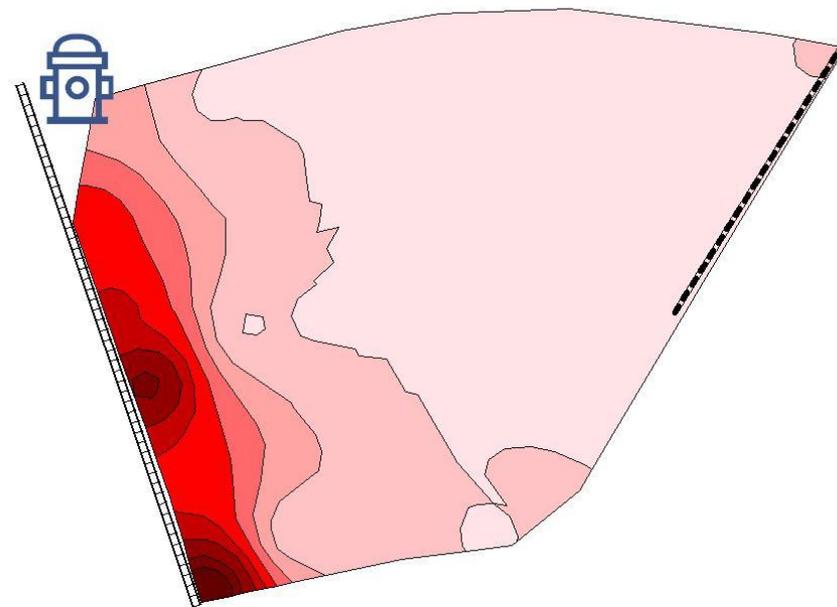
Плотность почвы



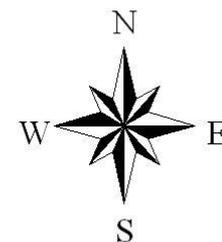
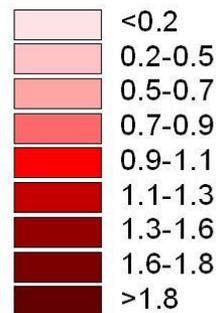
Плотность,
г/см³



Электропроводность почвенного раствора



Электропроводность,
дСм/м



ПЛАТА за размещение отходов на земельных территориях с 2005 г

$$P_{\text{отх}} = \sum_i^n (P_i C_i^{\text{диф}}) K_{\text{экол}} K_{\text{разм}}$$

где $P_{\text{отх}}$ – годовая ПЛАТА за размещение отходов, P –масса (объем) отхода, (т/год, $\text{м}^3/\text{год}$), $C_i^{\text{диф}}$ –ставка платежа за единицу массы (объема) отхода (руб/т), $K_{\text{экол}}$ – экологический коэффициент состояния местности = 1,6. $K_{\text{разм}}$ – коэффициент условий размещения= 1,0 для временного складирования (на год), 0,3 для размещения на полигонах и спецплощадках, 5 $K_{\text{штраф}}$ –на непригодных для отходов землях

Нормативы платы за выбросы при сжигании топлива

Класс отхода	Единицы	Норматив/единицу, руб
1 класс – чрезв опасные	т	1739,2
2 класс – высокая опасность	т	745,4
3 класс – умеренно опасные	т	497,0
4 класс – мало опасные	т	248,4
5 класс – практ не опасные	т, (м^3)	0,4 (15)

Пример: Типография разместила на своей территории 18,5 м^3 отходов в виде бумажных обрезков (отходы 5 класса). Рассчитать годовую плату. ПЛАТА = $18,5 * 15 * 1,6 * 1,0 = 444$ руб. **ИТОГО : 444 РУБ за мусорную кучу ЗА ГОД!**

Нормативы меняются мало и действующие в настоящее время дают немногим большие величины платы за размещение отходов

Методология экологического нормирования воздействий на почву

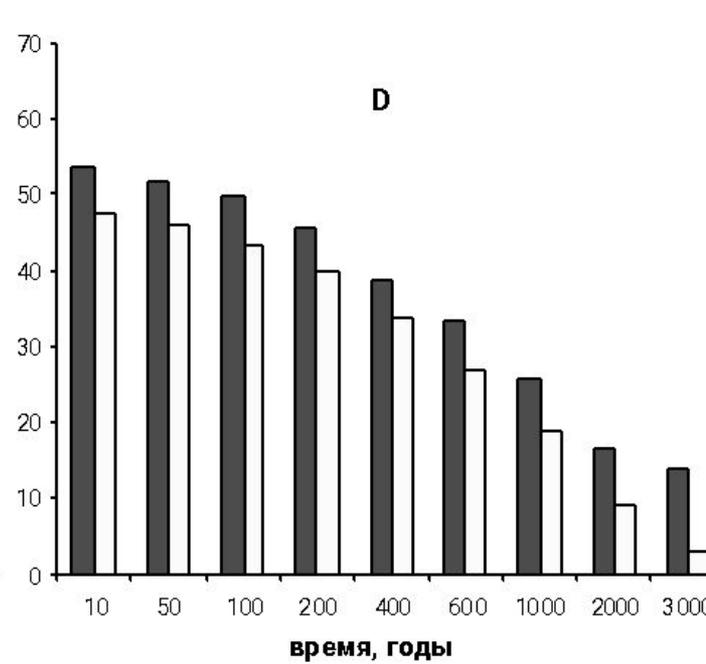
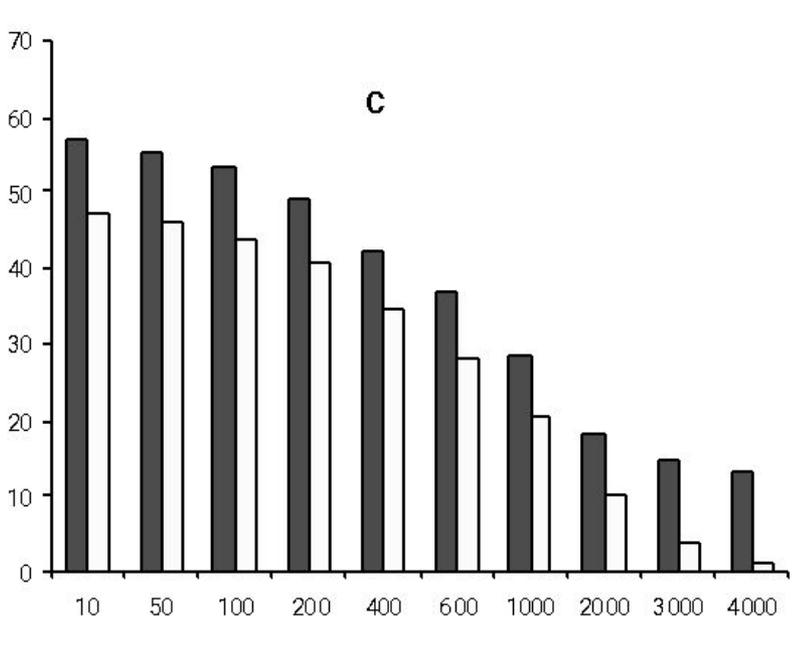
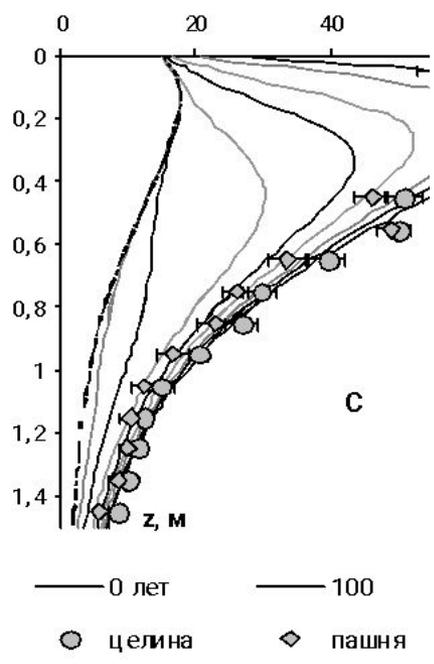
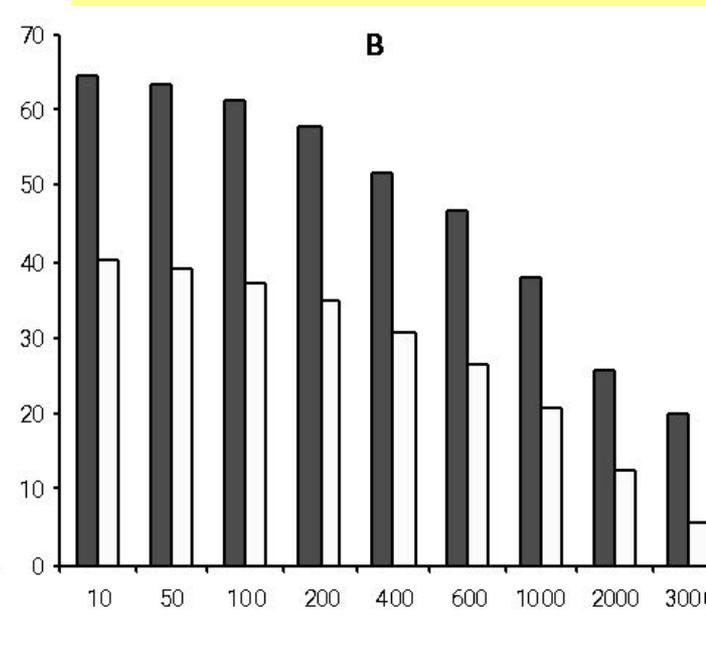
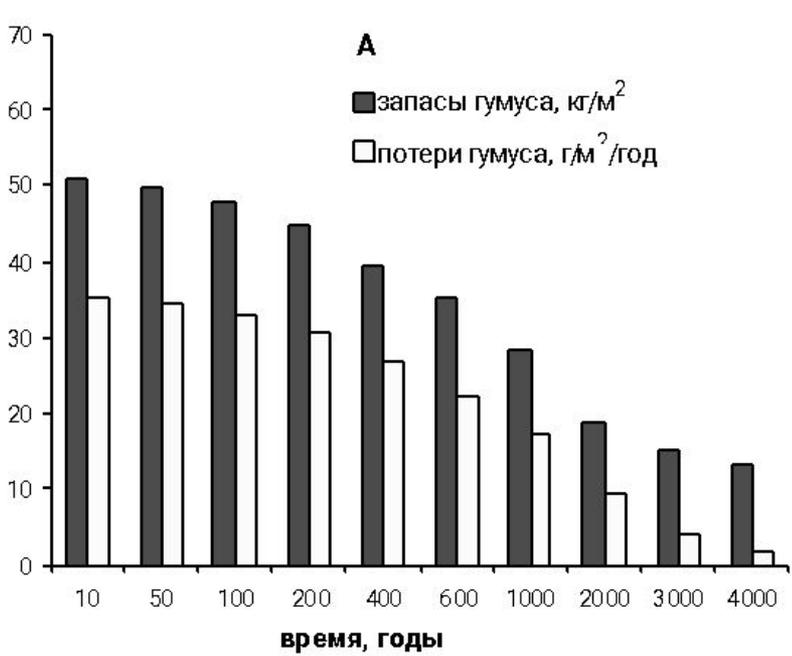
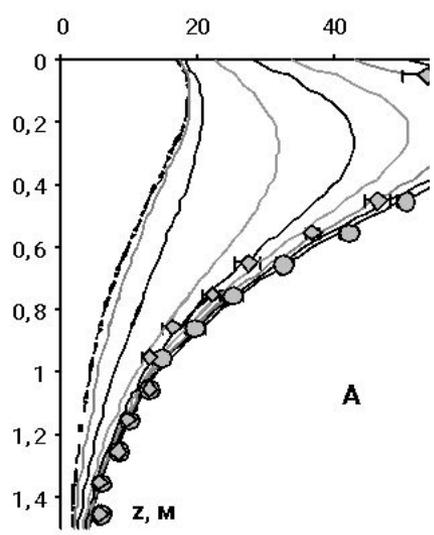
Воздействие на почву в большинстве случаев можно представить в виде потока (Q) вещественной или энергетической субстанции, приводящего к тем или иным изменениям почвенных свойств и характеристик. В результате задача экологического нормирования воздействий может быть сведена к научному обоснованию и законодательному утверждению критических (допустимых) значений подобных потоков, выше или ниже которых в течение заданного периода времени будут гарантированно происходить неблагоприятные изменения свойств и характеристик почвы (деградация, загрязнение) с их выходом за рамки допустимых экологических норм. Подобный подход неоднократно выдвигался в науке о почвах [Глазовская, 1997, Экологические функции..., 2004, Зонально-провинциальные..., 2010], и в достаточной мере реализован в передовых зарубежных странах (концепция критических нагрузок), однако в российском природоохранном законодательстве, касающемся почв он до сих пор не разработан

Методология экологического нормирования воздействий на почву

В качестве фазовой переменной при проведении нормирования с помощью моделей удобнее всего использовать величину запасов тех или иных вещественных (энергетических) компонентов почвы. Так, для проблемы нормирования деградации или загрязнения почвы это будут величины запасов структурных элементов или поллютантов (ЗП) в условно-нормативной толще (горизонте) почвы. Тогда простейшая балансовая модель будет представлена следующим уравнением:

$$\Delta ZП = \text{приход (нагрузка)} - \text{расход} = (Qн + Qф - Qд - Qв) \Delta T,$$

где $\Delta ZП$, [кг/м² или Дж/м²] – изменение запасов от первичного (исходного) уровня до нового состояния через расчетный промежуток времени ΔT , $Qн$, [кг/м²/год или Дж/м²/год] – поступающий поток вещества (энергии) в виде антропогенной нагрузки, $Qф$ – аналогичный фоновый (природный) поток, $Qд$ – деструкция вещества или утилизация энергии внутри рассматриваемого слоя почвы, $Qв$ – вынос вещества (энергии) из слоя с нижней и верхней границ, а при наличии латерального транспорта – также и с боковых. Очевидно, в идеале при экологическом нормировании следует добиться нулевого баланса ($\Delta ZП=0$), что свойственно стабильным природным экосистемам.



Моделирование агродеградации сельскохозяйственного производства типичные, С – выщелоченные

Моделирование динамики запасов гумуса и темпов его разложения при агродеградации черноземных почв.

Методология экологического нормирования воздействий на почву

Экологическое нормирование динамики органических загрязнителей с учетом способности почв к самоочищению от них в первом приближении можно проводить с помощью простой кинетической модели :

$$dC/dt = Q_n - (k_1 + k_2)C,$$

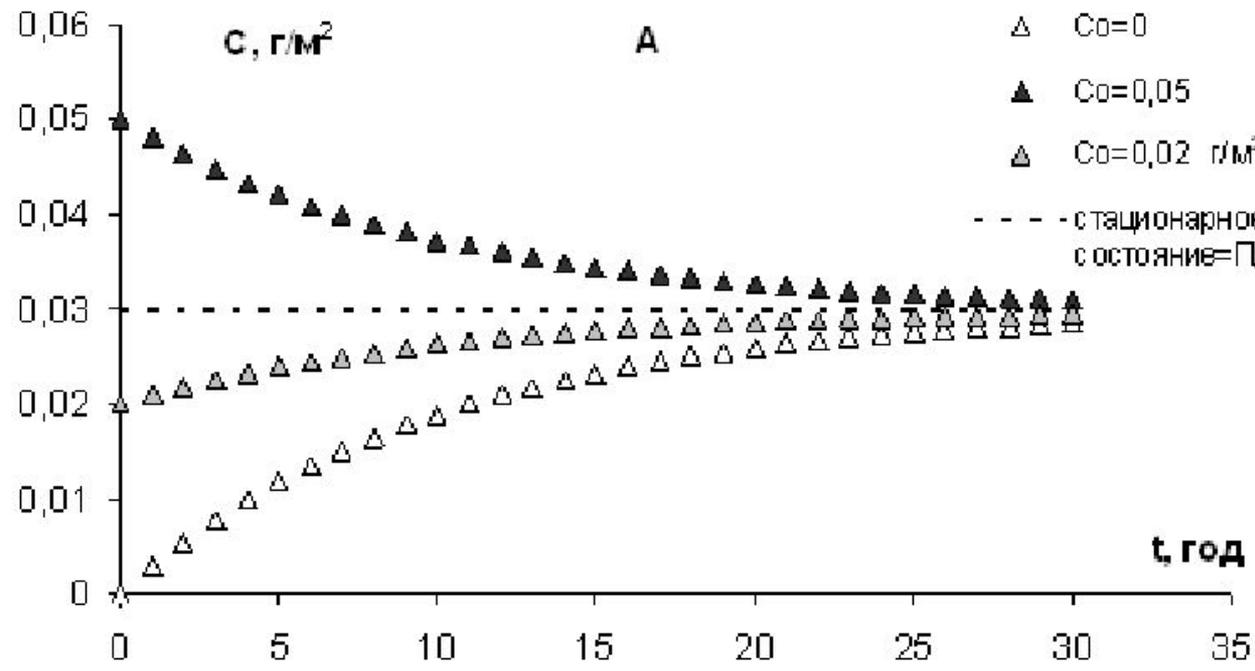
где C – запасы поллютанта, Q_n – нормируемая нагрузка в виде потока загрязнителя в почву, k_1 и k_2 – кинетические константы его биодеструкции и выноса из почвы с водными, и, возможно воздушными (испарение) потоками. По всей видимости, величины k_1 и k_2 зависят от гидротермических условий, факторов стимуляции микрофлоры, а также глубины (мощности) нормируемого слоя. Для простоты расчетов мы пренебрежем этими зависимостями, равно как положим $k_1 \gg k_2$, то есть не будем учитывать потенциальный вынос вещества из почвы. Это на самом деле лишь ужесточит нормирование. Для примера количественной оценки воспользуемся опытными данными [Липкинд, 2006] по деструкции 3,4-бензпирена в почвогрунтах вдоль железнодорожного полотна в обычном состоянии и после внесения в него биостимулирующих органических добавок. Величины кинетических констант биодеструкции 3,4-бензпирена варьировали от 0,02 до 0,7 мес⁻¹. В пересчете на средний период биологической активности в умеренных климатических условиях порядка 5 месяцев это дает оценку констант k_1 от 0,1 год⁻¹ (обычный загрязненный почвогрунт) до 3,5 год⁻¹ (почвогрунт с внесением биостимулирующих добавок).

Воздействия на почву

и указанных выше

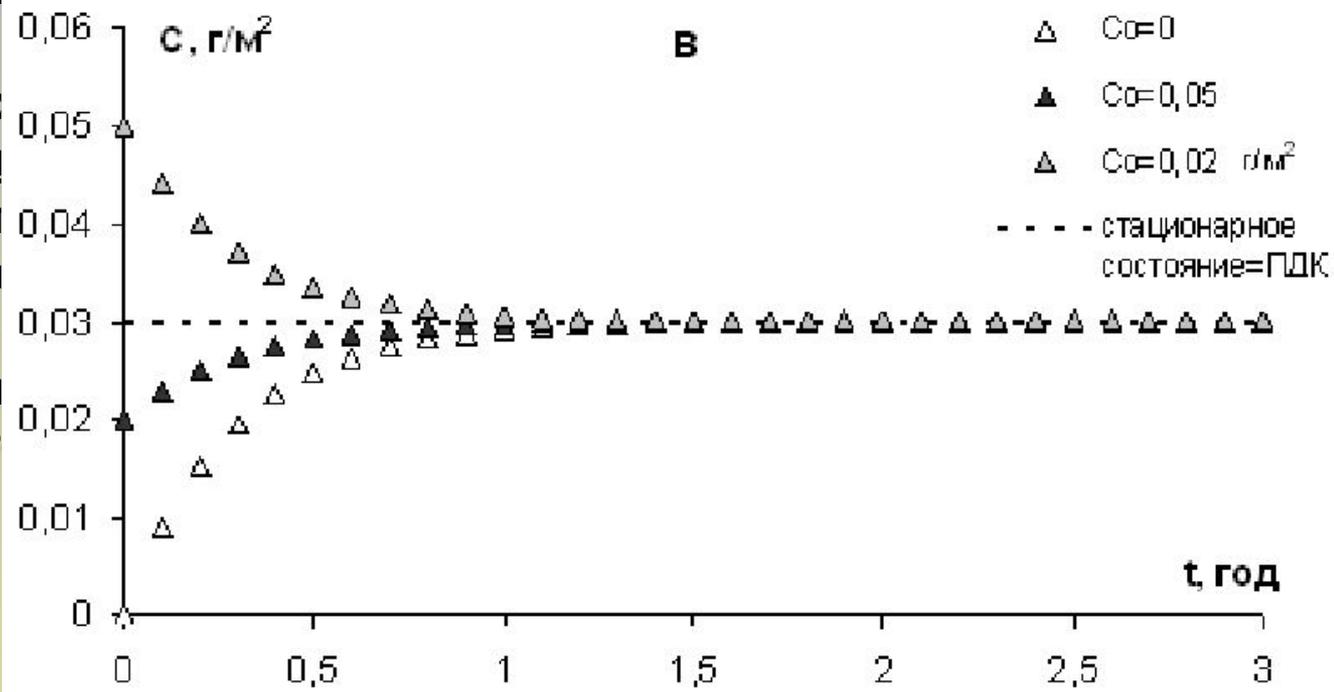
как :

$C = C_0 \cdot \exp(-k_1 t)$,
 (стационарный) запас
 (аксимирует) почвенная
 . Отсюда, если ставится
 (максимальной при ПДК для 3,4-
 (запас для 1 м толщи при
 на нагрузки в обычных
 $1 \text{ год}^{-1} \cdot 1000 = 3 \text{ мг/м}^2/\text{год}$



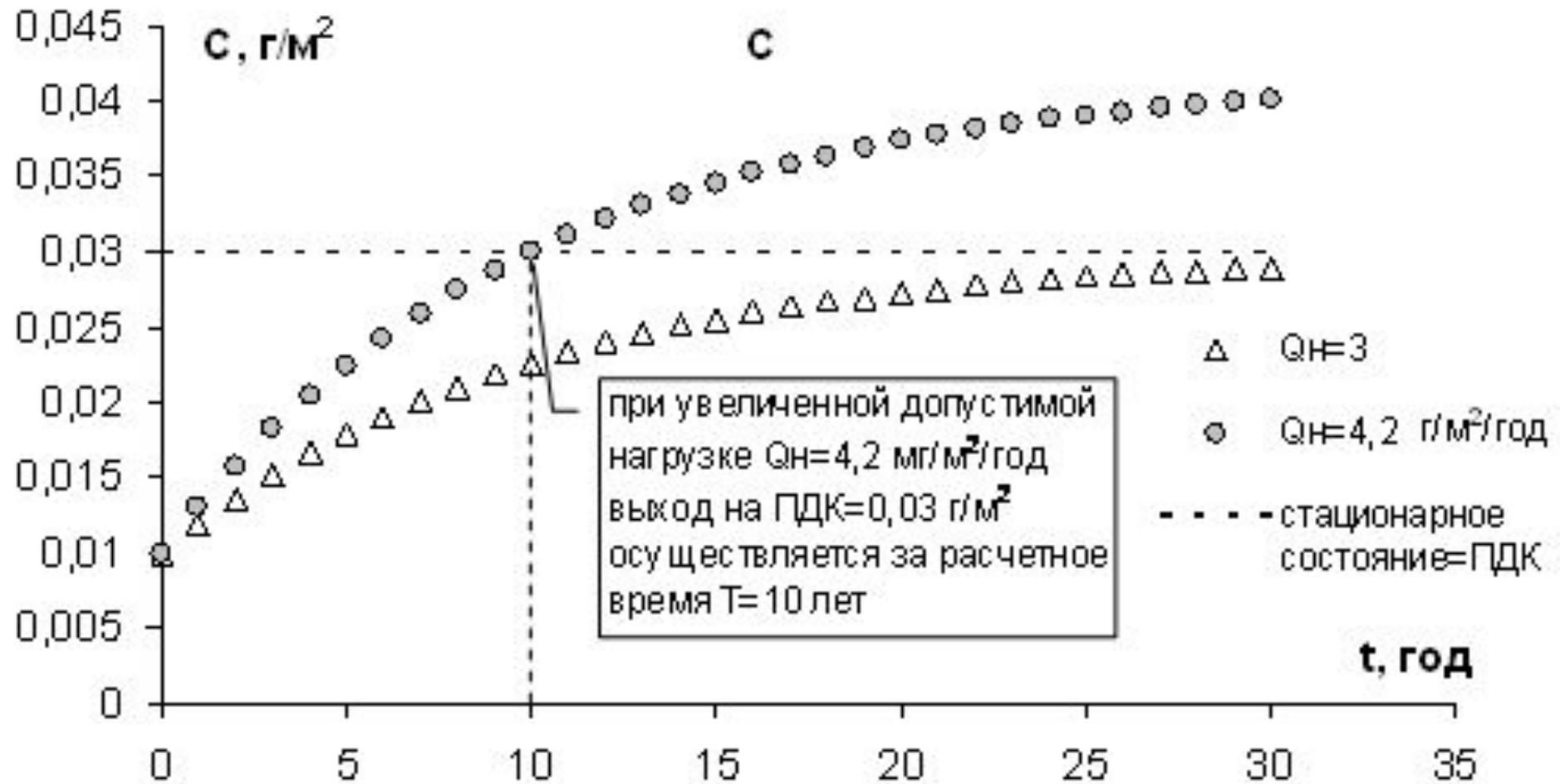
условиях по достижению с

Если же используется
 (год⁻¹) допустимо увели
 до $Q_n = 0,03 \text{ г/м}^2 \cdot 3,5$
 (стационарное) со
 (запас) загрязнителя, им можн
 (время релакса
 (начальное



Методология экологического нормирования воздействий на почву

Для городских почв и грунтов, объектов так называемого «закрытого грунта» (теплиц), характеризующихся определенной ротацией (периодической



Практическое занятие

№6

Температуропроводность компонентов геосреды (нормальные условия)	
Физ. фаза, почвогрунт, порода, материал.	$\lambda, 10^{-7} \text{ М}^2/\text{с}$
	сух

Температурные волны в однородной геосреде: решение модели Фурье для периодически меняющейся на поверхности температуры:

$$T(z, t) = T_{\text{ср}}$$

В почвенной среде суточная и сезонная стабильность (колебания) температуры зависят от глубины (рис. 3.3). Значительный градиент температур (а также влажности) позволяет обитателям почвы обеспечивать себе благоприятную среду путем незначительных перемещений.

$$\sqrt{\frac{2\lambda}{\omega}}$$

$T_{\text{ср}}, A_0$ – сред
объемная те
 $\omega = 2\pi/2$

длина, C_{vs} –
ности среды,
4*365 в часах

$H_{\text{кр}}$ – глуби
температур

ичиной

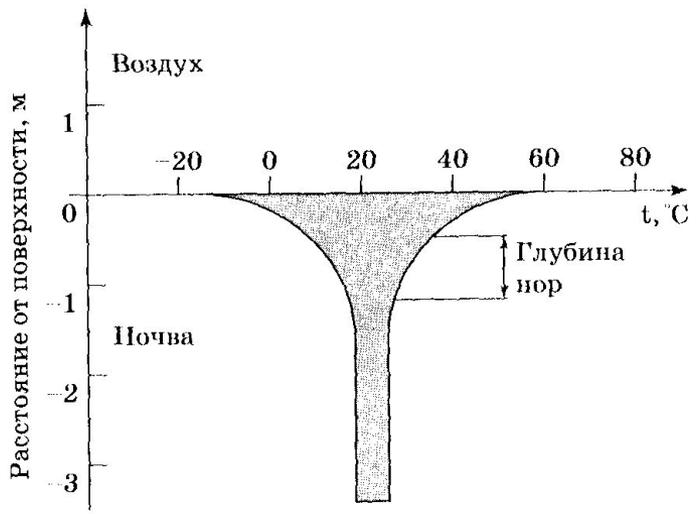


Рис. 3.3. Уменьшение годового колебания температуры почвы с глубиной

где $\lambda = \lambda / C$
геосреды, C
 z - вертикал

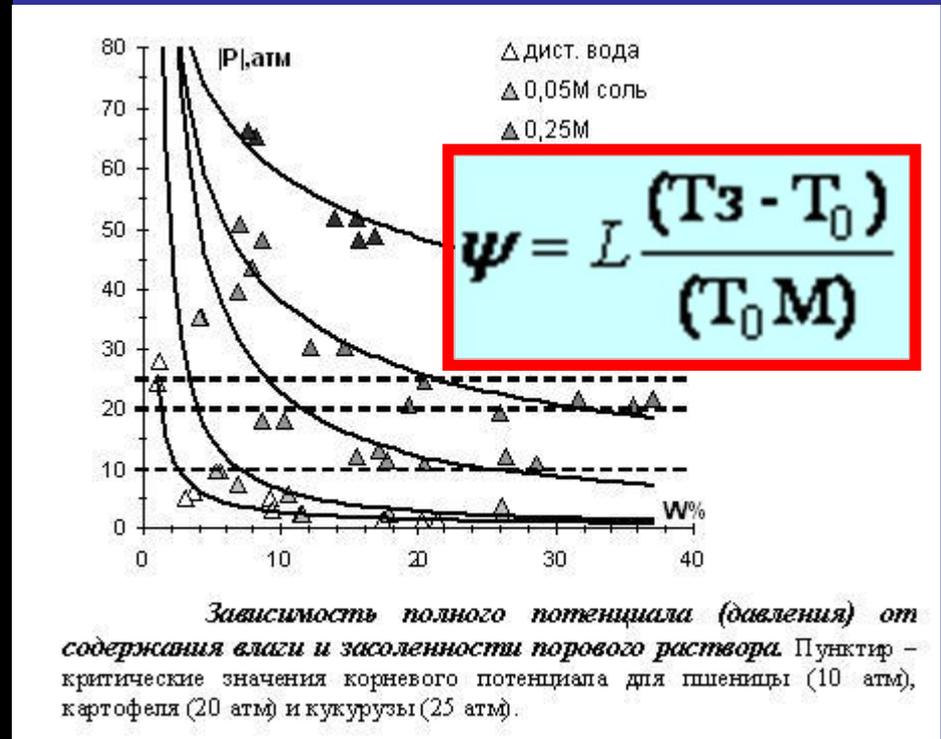
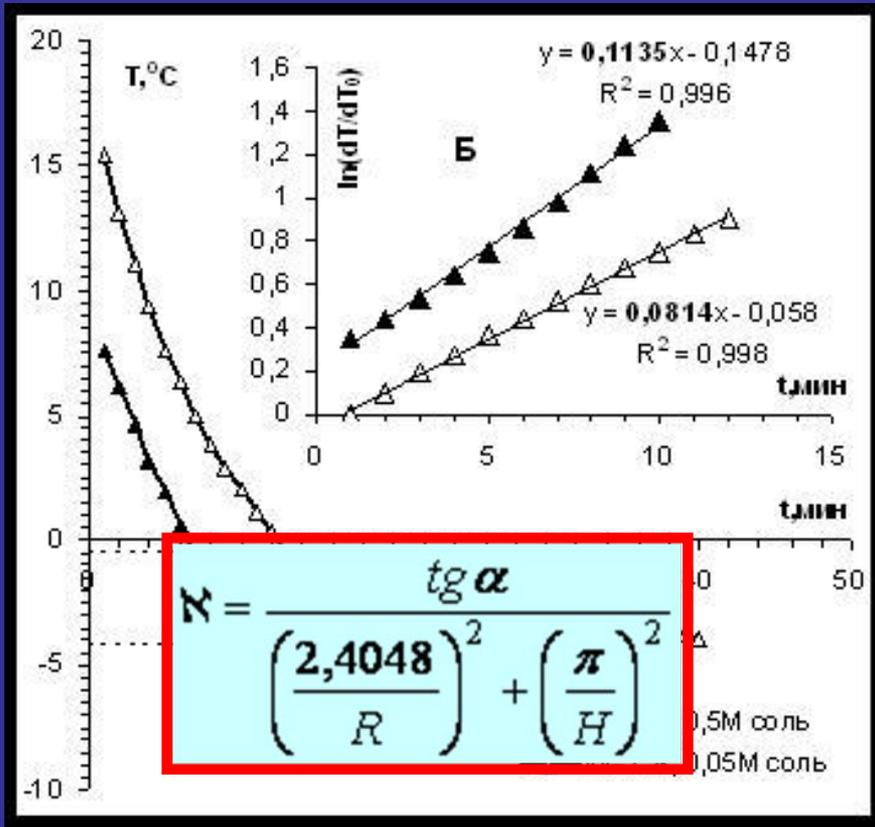
Гипс	3,3
------	-----

Практическое занятие №6:

Полный потенциалы жидкой фазы геосреды.

Понятие потенциала воды (повторение). Термодинамический потенциал (удельная энергия Гиббса) влаги в целом – работа, которую надо затратить, чтобы извлечь влагу из почвы (грунта). Его оценка важна как для геоэкологической характеристики водоудерживающей способности почвогрунтов и доступности влаги растениям и микроорганизмам, так и для моделирования переноса тепла, влаги и растворенных веществ в пористой геосреде. **Матричный** характеризует энергию взаимодействия влаги с твердофазными компонентами – поверхностью частиц, капиллярами (порами) и зависимость матричного потенциала от массовой доли влаги (влажности почвогрунта) носит название основной гидрофизической характеристики (ОГХ) – базового показателя биогеофизического состояния почв и его динамики (Воронин, 86, Смагин, 2003, 2012). Для его определения в данном курсе мы использовали **метод равновесного центрифугирования** (Смагин, 98, 2012). **Полный потенциал** в первом приближении является суммой матричного, гравитационного (силы тяжести) и осмотического (удержания молекул воды растворенными компонентами при гидратации. В особенности – легкорастворимыми солями). Для его оценки мы воспользуемся оригинальной модификацией **криоскопического метода** с использованием программируемых датчиков DS1921 или 1923 (Смагин, 2005). Поскольку за стандарт (нулевой потенциал) принят потенциал чистой воды, а любые взаимодействия понижают ее энергию (связывают воду), матричный и полный потенциалы являются отрицательными величинами и измеряются в Дж/кг воды. Для удобства мы будем опускать знак минус, то есть рассматривать потенциал по модулю.

Температуропроводность и полный потенциал влаги геосреды.



Для экспериментального определения величины температуропроводности (α), согласно методу Кондратьева [Полевые и лабораторные..., 2001], необходимо расположить данные о кинетике охлаждения (нагревания) образца почвы в логарифмических координатах: $\ln(\Delta T / \Delta T_0)$ от t , где $(\Delta T, \Delta T_0)$ – разница в температурах образца почвы и термостата (холодильника) в начальный (t_0) и последующие моменты времени (t). Информация о тангенсе угла наклона ($tg \alpha$) получаемой при этом линейной зависимости (рис.) позволяет рассчитать искомый коэффициент как [Смагин, 2005]:

$\alpha = tg \alpha / ((2,4048/R)^2 + (\pi/H)^2)$, где R [см], H [см], – радиус и высота образца почвы, соответственно. Например, из приводимых на рис. данных по охлаждению образца дерново-подзолистой суглинистой почвы имеем при температуре холодильника ($T_x = -10^\circ C$) и начальной температуре почвы $T_0 = 15^\circ C$, $\Delta T_0 = 25^\circ C$. По графику охлаждения в координатах $\ln(\Delta T) / \Delta T_0$ от t , находим $tg \alpha = 0,11$ и $0,08 \text{ мин}^{-1} = 6,6$ и $4,8 \text{ час}^{-1}$. Тогда при параметрах образца $R = 1,4 \text{ см}$, $H = 1,5 \text{ см}$, по формуле получаем $\alpha = 0,9$ и $0,65 \text{ см}^2/\text{час}$ при влажности 7% и концентрации порового раствора 0,5 и 0,05M, соответственно.

ДАТЬ ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР С ОДНИМ ГРУНТОМ И ДАЛЕЕ – РАСЧЕТ НА ДОМ