

# Территории с фрактальной структурой загрязнения почвы и измерения *in situ*

ППСР-2009

20 – 25 сентября 2009 г.

А.О. Грубич ([timet@inbox.ru](mailto:timet@inbox.ru))

# Цель проекта

Традиционный метод определения плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  основан на отборе проб и расчете значений плотности загрязнения почвы по результатам лабораторных измерений.

Недостаток метода – неприемлемый уровень трудозатрат в случае построения карт с шагом координатной сетки менее 500 м.

**Цель проекта – создание эффективного метода определения плотности загрязнения почвы, применимого для построения карт радиоактивных выпадений с ВЫСОКИМ пространственным разрешением.**

## Известные решения для измерений in situ

Канберра заявляет (Гамма-спектрометрические системы для измерения поверхностного загрязнения на местности): результаты измерений in situ имеют точность **аналогичную** или **лучшую**, чем традиционные методы определения плотности поверхностного загрязнения почвы, основанные на отборе проб и их последующем анализе.

# Сомнения

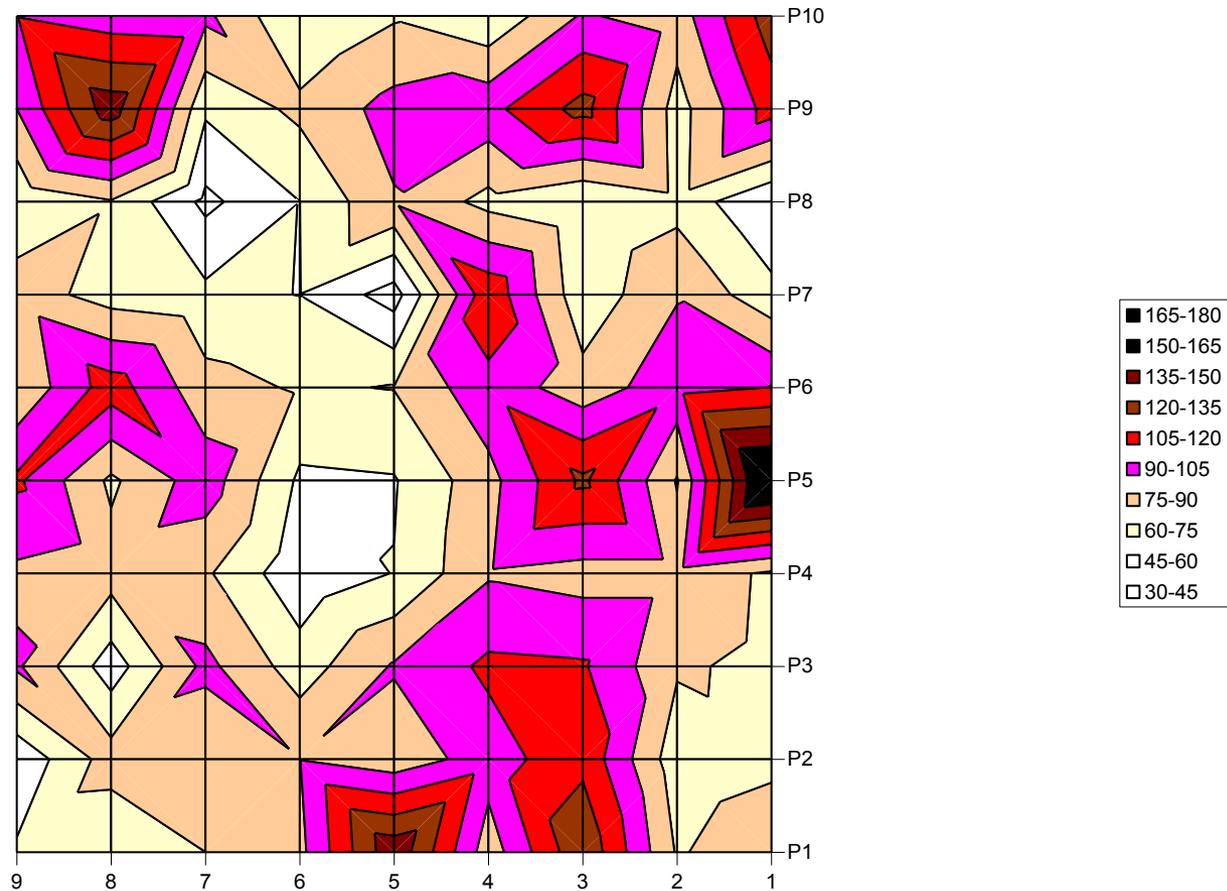
В случае свежего радиоактивного выпадения, описываемого моделью «тонкой пленки», лежащей на плоском ровном участке местности, на котором отсутствуют кустарники и деревья, а травяной покров похож на **английский газон**, - все ОК!

Однако, как только одно из указанных условий **не выполняется**, тут же появляется фактор, который может оказать существенное влияние на точность спектрометрических измерений плотности загрязнения почвы *in situ*.

# Участок на расстоянии 360 км от ЧАЭС (90 площадок 5 x 5 м)

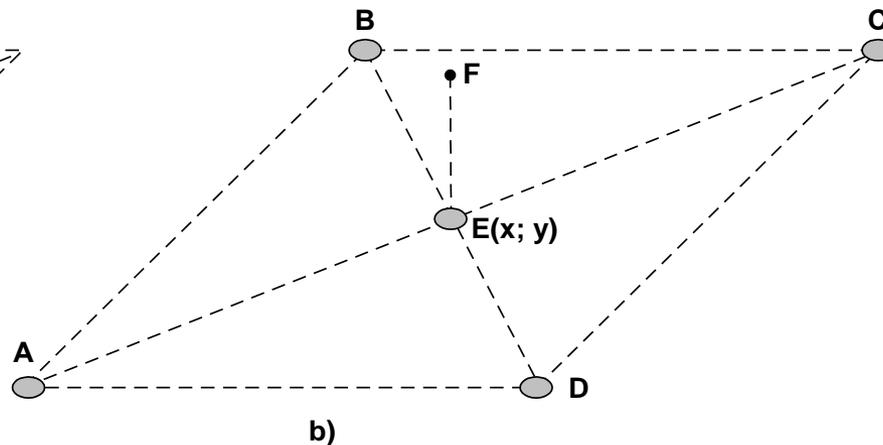
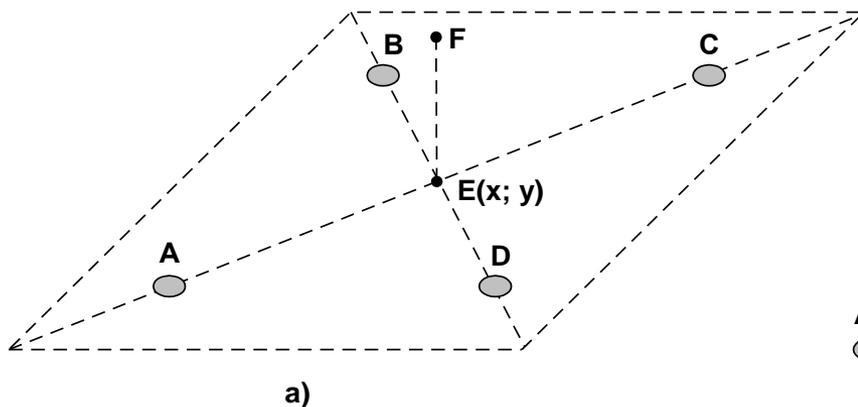


# Плотность загрязнения Cs-137, Ки/км<sup>2</sup>



# Пробные площадки 5 x 5 м

а) 360 км от ЧАЭС; б) не более 40 км

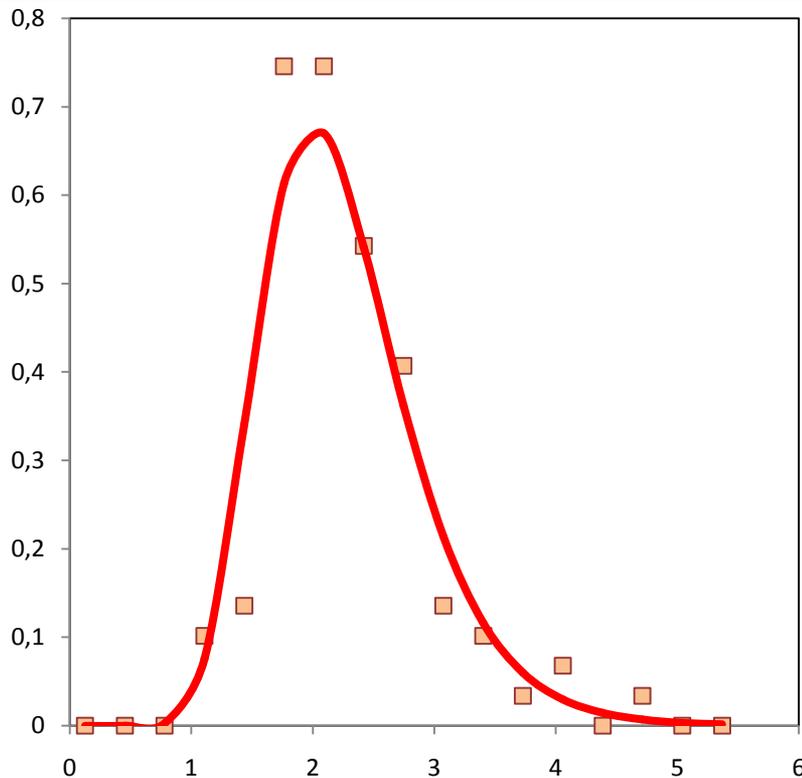


# Сравнительные результаты

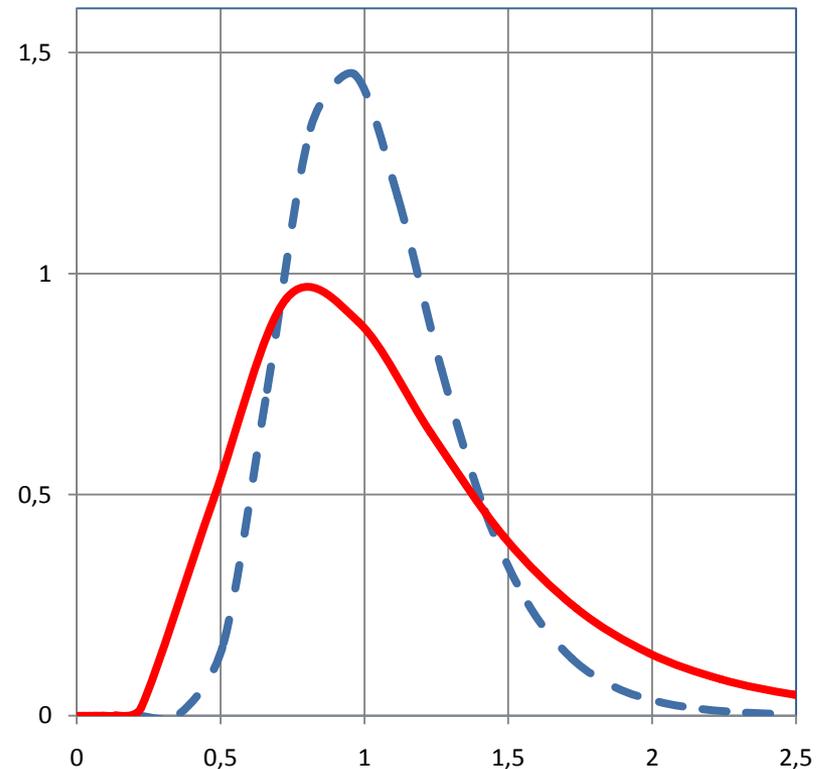
Плотность загрязнения почвы $^{137}\text{Cs}$	Доля площади поверхности (вероятность), %	
	360 км от ЧАЭС	Не более 40 км
Объем выборки	90	84
Ячейка координатной сетки	5 м	1 км
$\langle a \rangle$ , Ки/км <sup>2</sup>	2,25	24,7
$\langle a \rangle \pm 2 \cdot s$	95,6	97,6
От $\langle a \rangle + 2 \cdot s$ до $\langle a \rangle + 2,5 \cdot s$	1,1	—
От $\langle a \rangle + 2,5 \cdot s$ до $\langle a \rangle + 3 \cdot s$	2,2	1,2
От $\langle a \rangle + 3 \cdot s$ до $\langle a \rangle + 3,5 \cdot s$	—	—
От $\langle a \rangle + 3,5 \cdot s$ до $\langle a \rangle + 4 \cdot s$	1,1	1,2
Итого:	100	100

# Плотность вероятности

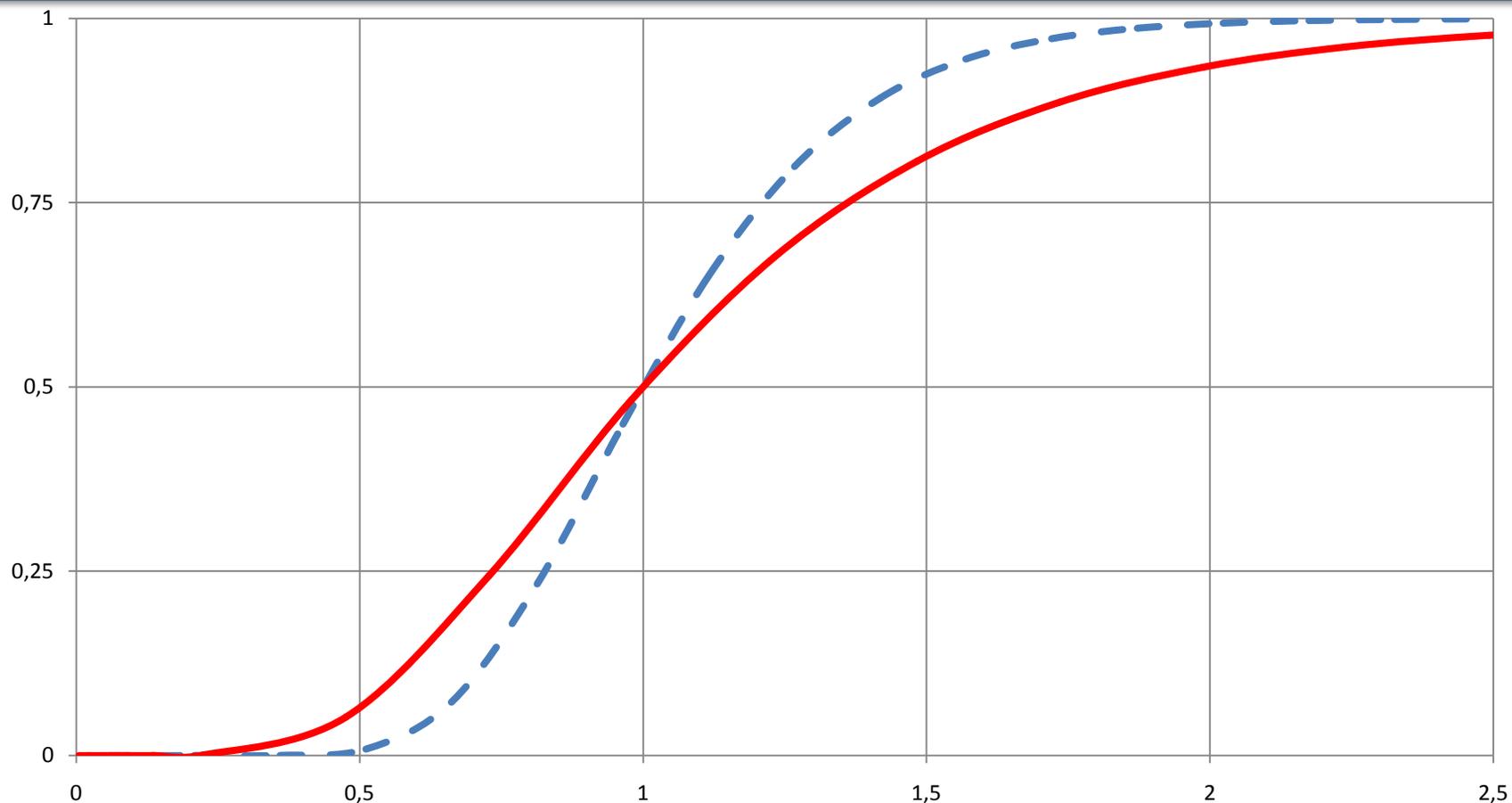
360 км от ЧАЭС ( $x$ , Ки/км<sup>2</sup>)



360 км – штриховая линия;  
не более 40 км – сплошная ( $x = a/\text{med}$ )

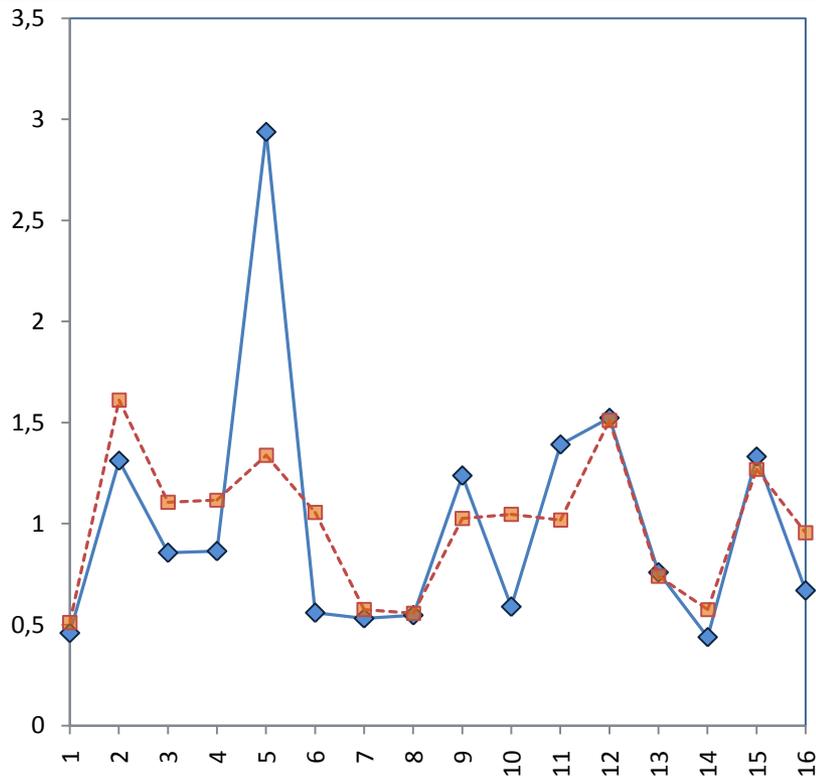


# Функция распределения (360 км – штриховая линия; не более 40 км – сплошная)

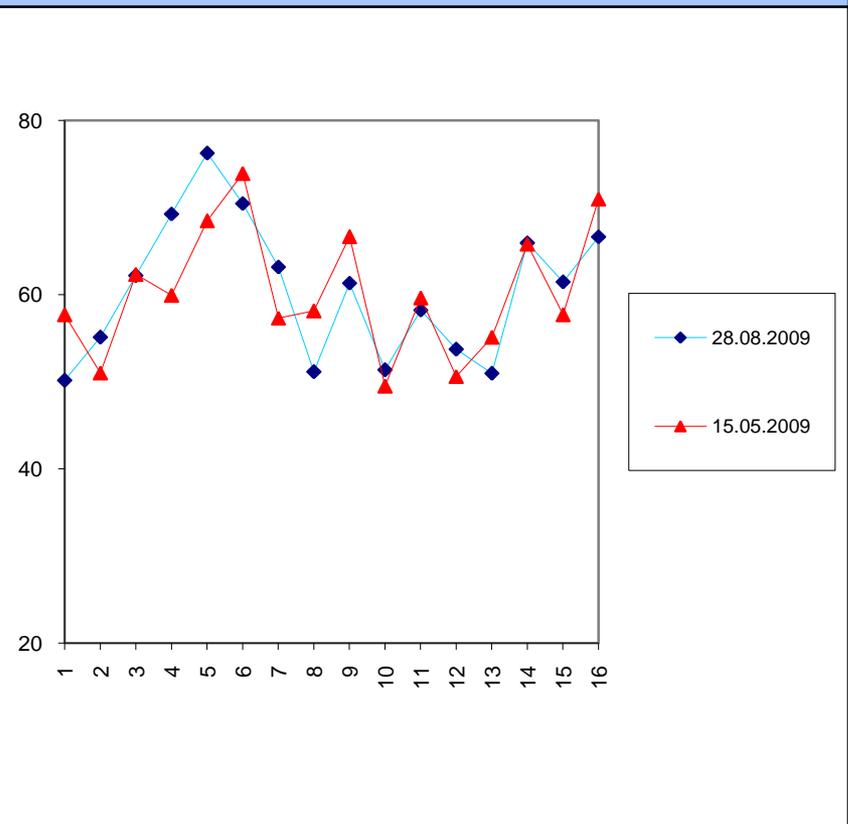


# Контрольные измерения 16 квадратов 1,25 x 1,25 м

измерения проб и скорости счета  
in situ (нормировка на  $\langle y \rangle$ )

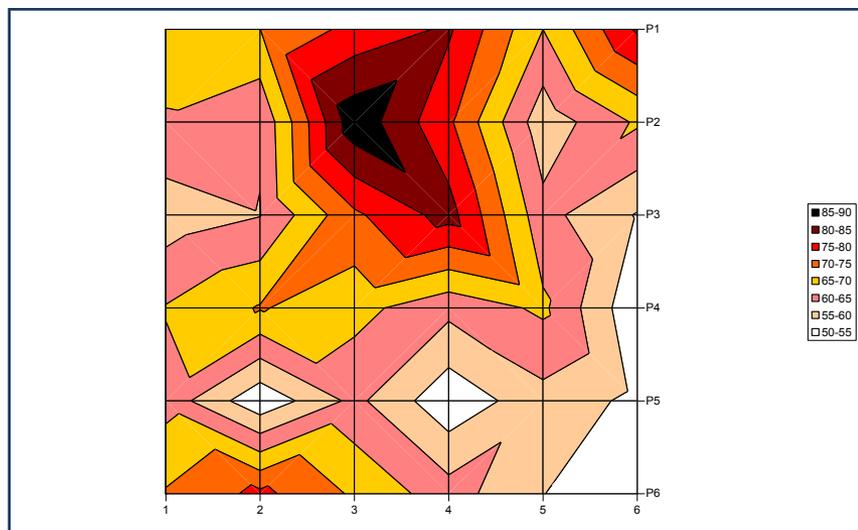


скорость счета in situ, имп/с  
x – номер квадрата

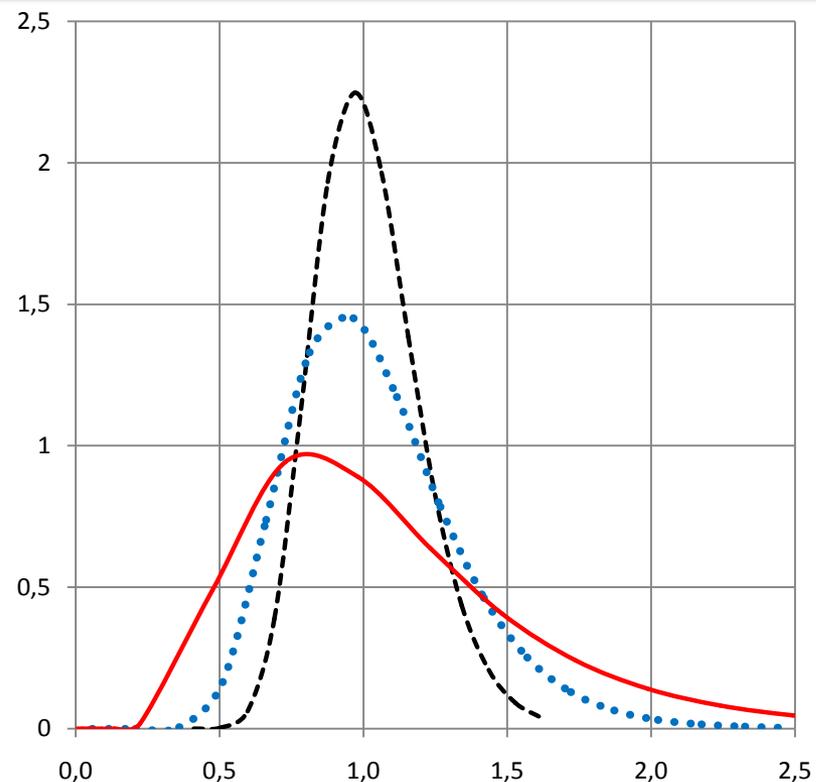


# От 1 м<sup>2</sup> до 10<sup>8</sup> м<sup>2</sup>

квадрат 1,25 x 1,25 м (N = 32)



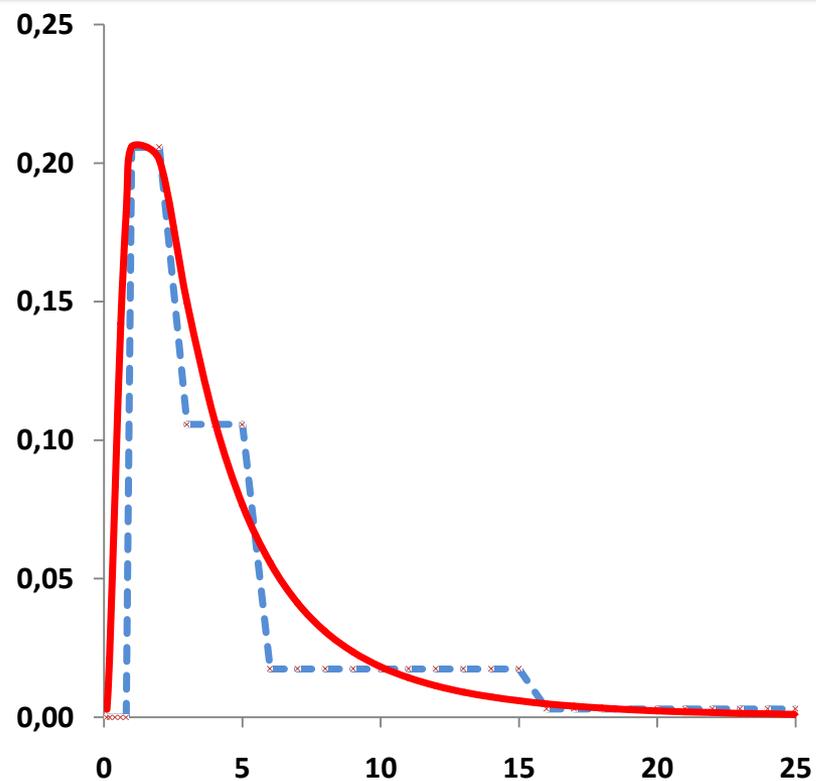
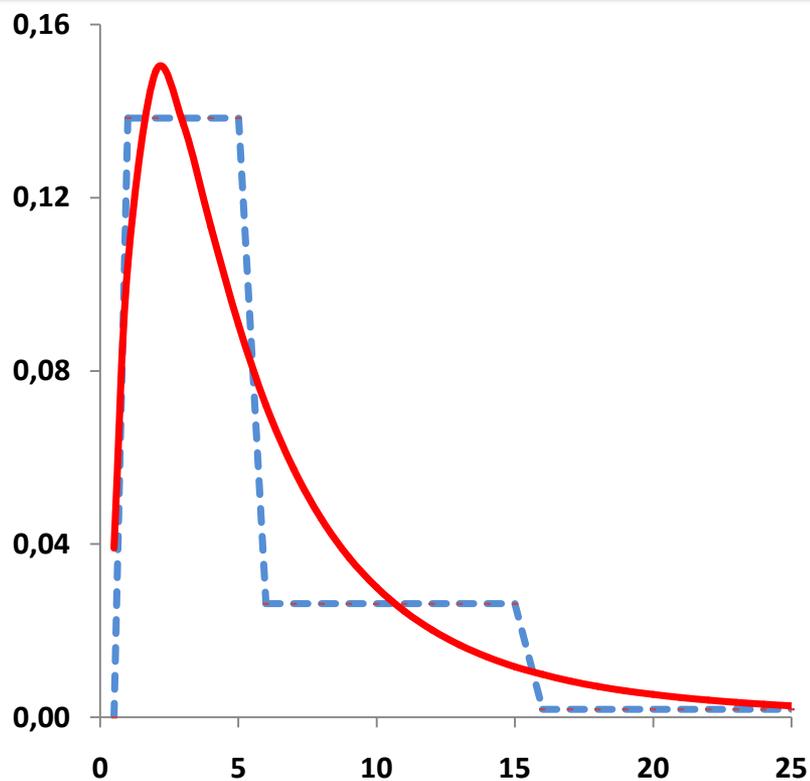
плотность вероятности  
(1,6 м<sup>2</sup>; 2250 м<sup>2</sup> и 8,4·10<sup>7</sup> м<sup>2</sup>)



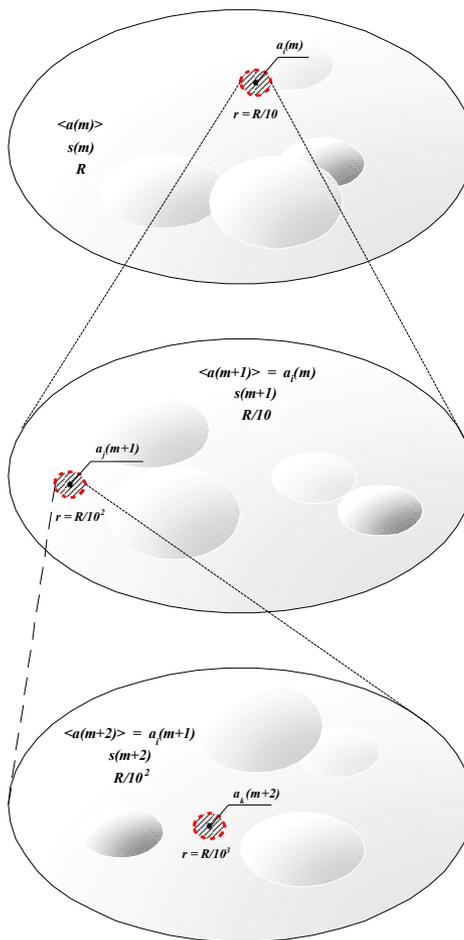
# Глобальная картина загрязнения

**13493 км<sup>2</sup> пашни**

**17198 км<sup>2</sup> леса**



# Стохастический фрактал



# Два подхода к описанию плотности загрязнения почвы

## Безградиентная площадка

- **Хомутинин Ю.В., Кашпаров В.А., Жебровская Е.И. Оптимизация отбора и измерений проб при радиоэкологическом мониторинге. Киев, 2001.**
- Переволоцкий А.Н. 2006. Распределение Cs-137 и Sr-90 в лесных биогеоценозах . Гомель , 2006.
- Инструкция о порядке проведения подчиненными Министерству ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь организациями радиационного мониторинга. Минск, 2008 г.
- И т.д.

## Выборочный метод

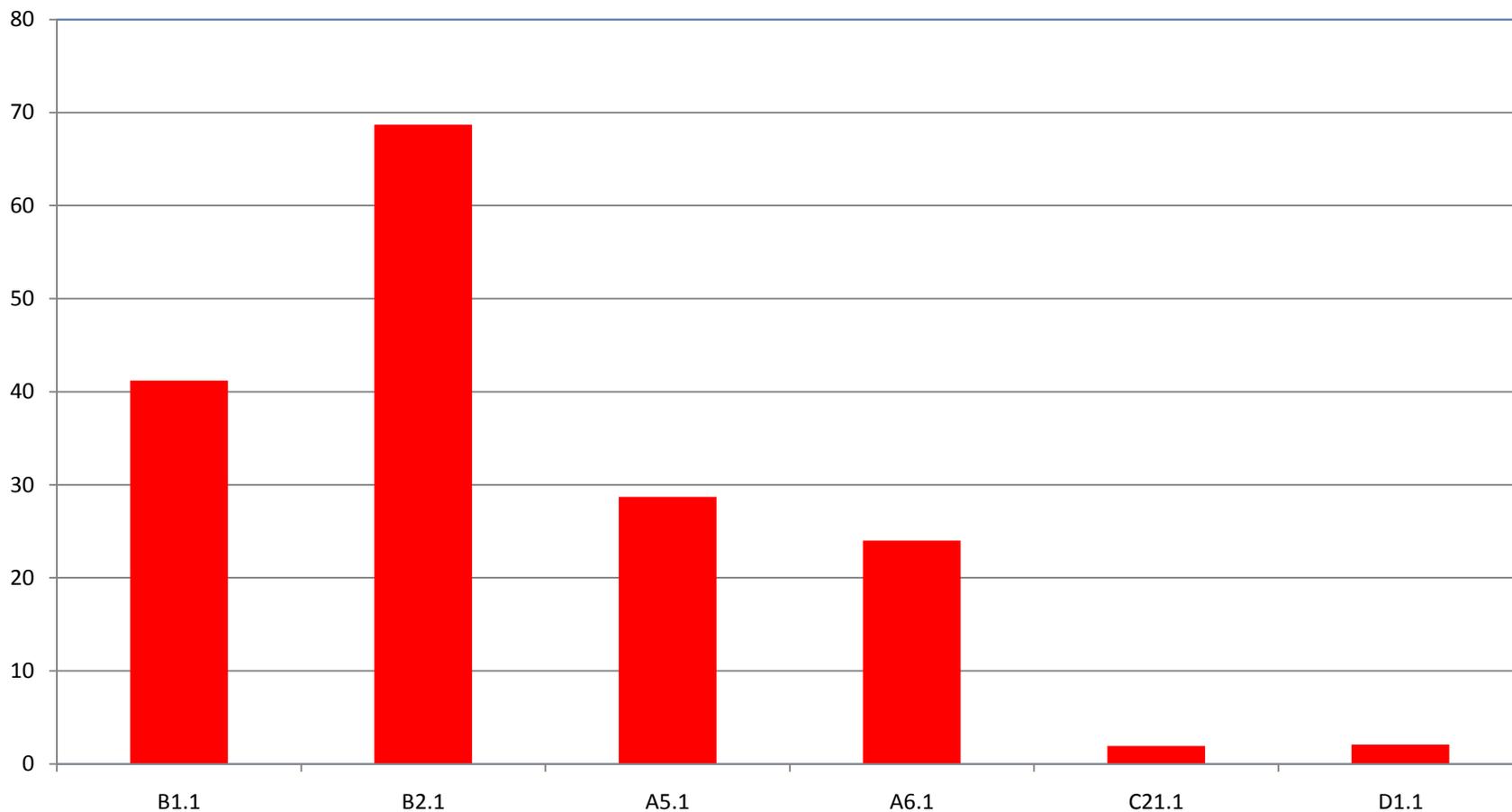
Генеральная совокупность - мыслимое множество одинаковых пробных площадок, покрывающих всю загрязненную территорию

Итог: стохастический фрактал

# Измерения in situ

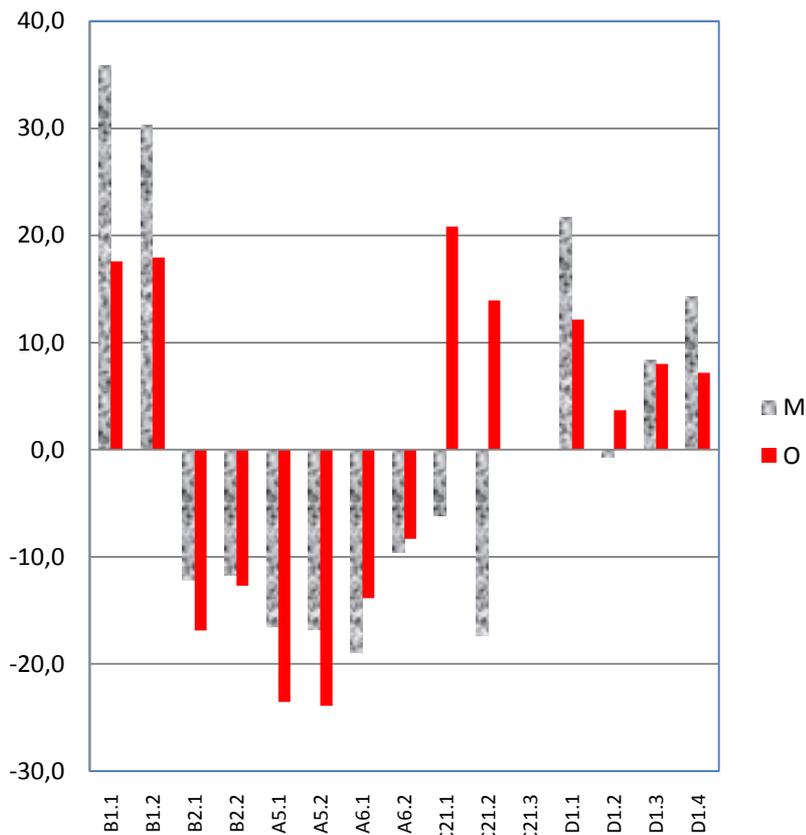


# Плотность загрязнения образцовых площадок, Ки/км<sup>2</sup>



# Погрешности эмпирической калибровки измерений in situ

Радиометрический метод



Спектрометрический метод

