

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОГНОЗОВ, ЭКОЛОГИИ, КЛИМАТА СИБИРИ (к 40-летию образования СибНИГМИ)
19-20 апреля 2011 г. Новосибирск

МОДЕЛИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЛЕЙ ВЫПАДЕНИЙ ПРИМЕСЕЙ ОТ ВЫСОТНЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Ярославцева Т.В., Рапуста В.Ф.

*Институт вычислительной математики
и математической геофизики СО РАН,
Новосибирск*

1. Постановка задачи

$$N(w) = \frac{a^{n+1}}{\Gamma(n+1)} w^n e^{-aw}, \quad n \geq -1, \quad a = \frac{n}{w_m} \quad (1)$$

$$\sigma(x, y) = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} w q(x, y, 0, w, t) N(w) dw dt \quad (2)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u(z) \frac{\partial q}{\partial x} - w \frac{\partial q}{\partial z} = K_x \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 q}{\partial y^2} \quad (3)$$

$$q|_{t=0} = Q\delta(x)\delta(y)\delta(z-H) \quad (4)$$

$$q|_{z>H} = 0 \quad ; \quad q \rightarrow 0 \quad , \quad |x|, |y| \rightarrow \infty \quad , \quad t \rightarrow \infty$$

$$K_x = \alpha \bar{U}_z^2 \frac{H-z}{w} \quad , \quad K_y = \beta \bar{U}_z^2 \frac{H-z}{w} \quad , \quad (5)$$

$$\bar{U}(z) = \frac{1}{H-z} \int_z^H u(\xi) d\xi$$

$$\sigma(x,0) = \frac{Q \cdot H \cdot \bar{U}_0 \cdot N\left(\frac{H\bar{U}_0}{x}\right)}{\sqrt{2\pi\beta} \cdot x^3} \quad (6)$$

$$P(x, \vec{\theta}) = \frac{\theta_1}{x^2} \int_{H_1}^{H_2} Q(h) \left(\frac{h}{x}\right)^{\theta_2} \exp\left(-\theta_3 \frac{h}{x}\right) dh \quad (7)$$

$$\theta_1 = \frac{a\bar{U}_0^{n+1}}{\sqrt{2\pi\beta} \cdot \Gamma(n+1)} \quad , \quad \theta_2 = n+1 \quad , \quad \theta_3 = aU_0 \quad (8)$$

2. Наземные ядерные взрывы

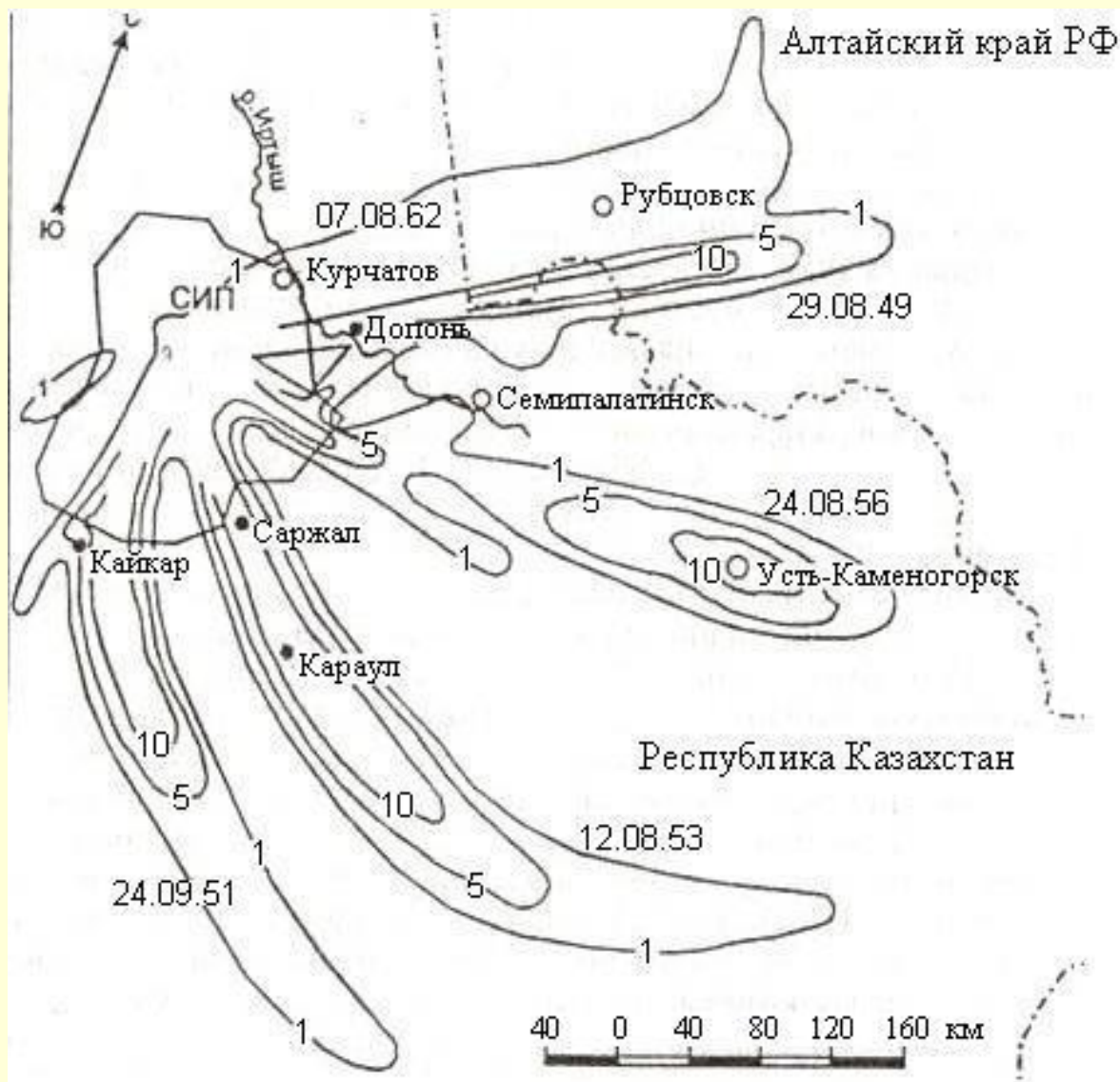


Рис. 1. Положение основных дозообразующих следов

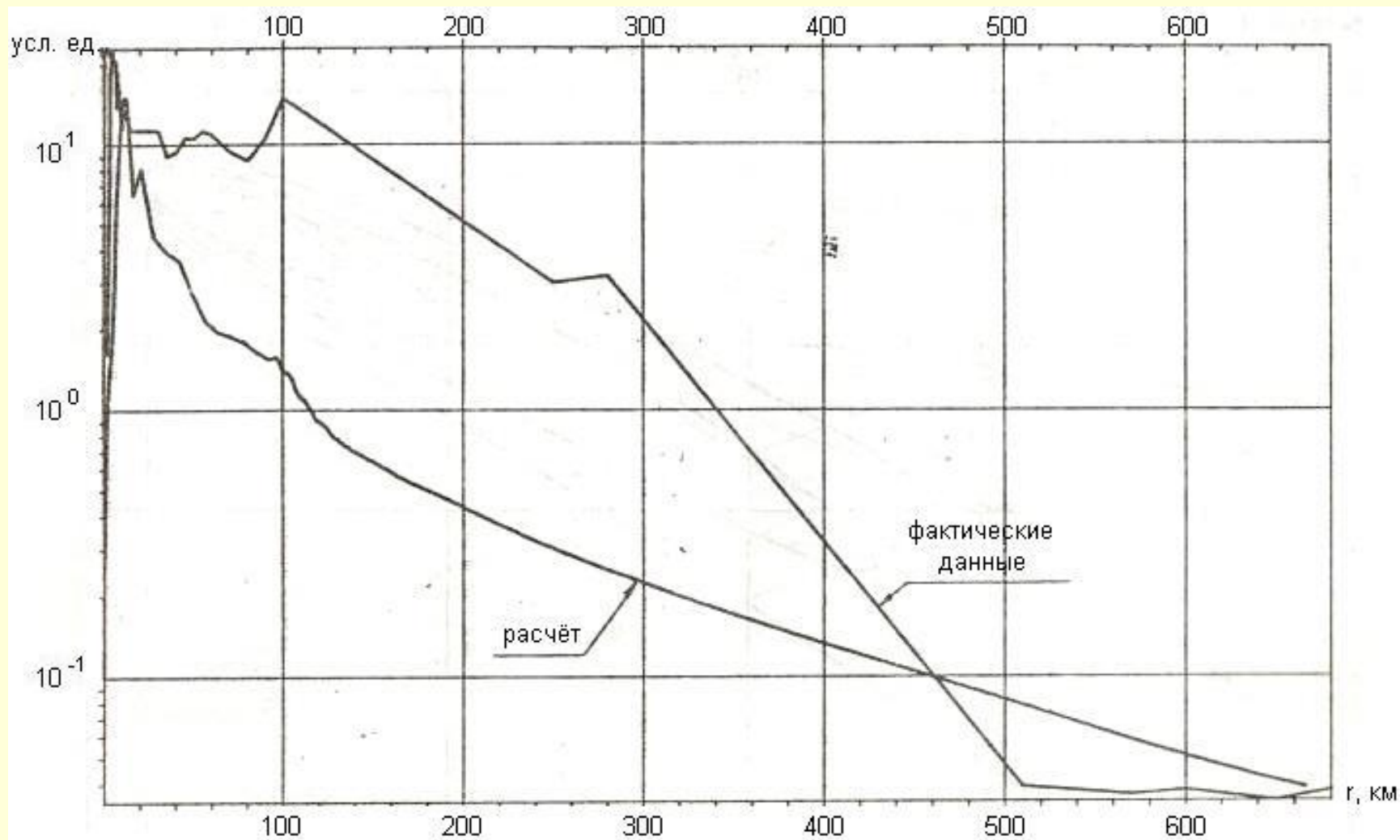


Рис. 2. Распределение мощностей доз гамма-излучения (усл. ед., на 3 часа) вдоль оси следа взрыва 29.08.1949 г.

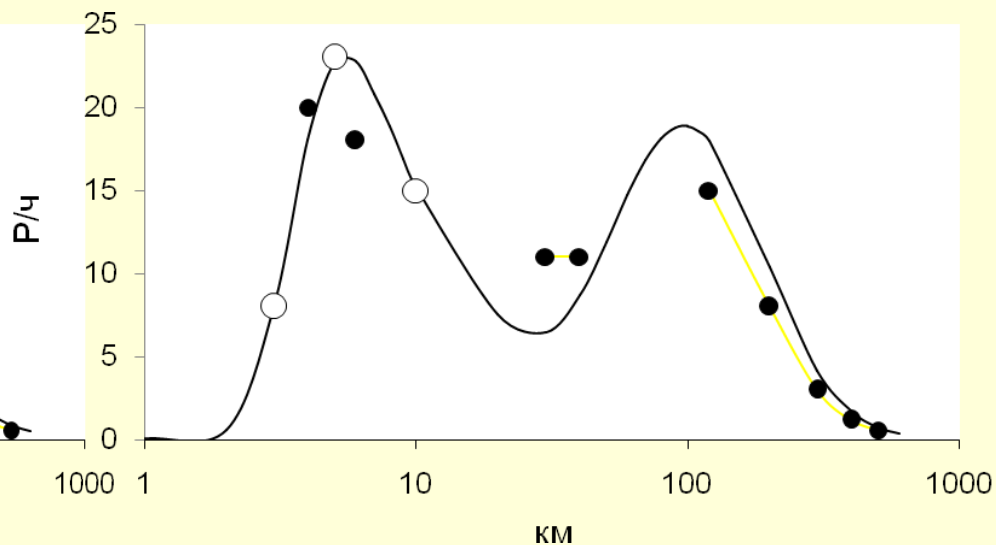
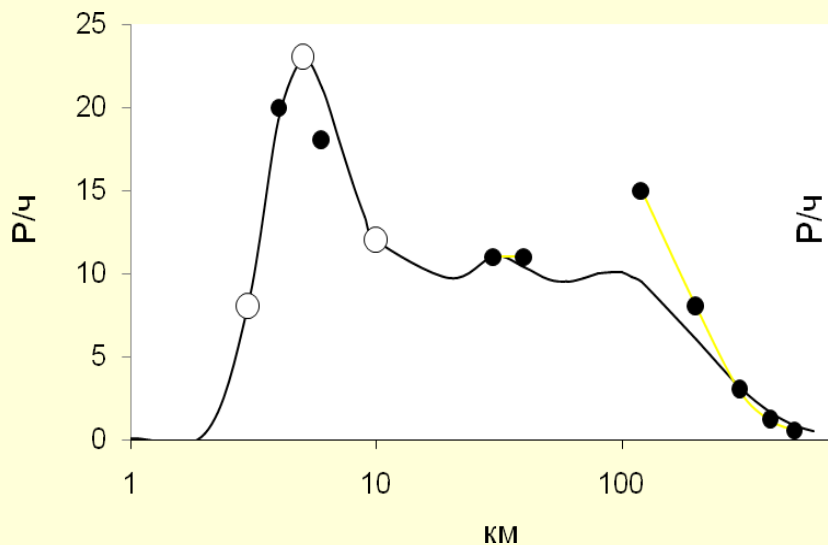


Рис. 3. Реконструкция оси следа взрыва 29.08.1949 г. по модели (8).
 Относительное распределение активности:
 $Q(z)=1$, при z
 $(0, 0.4)$, $Q(z)=4$, z $(0.4, 1.5)$
 $Q(z)=10$ z $(1.5, 8)$

Рис. 4. Реконструкция оси следа взрыва 29.08.1949 г. Относительное распределение активности:
 $Q(z)=1$, z
 $(0, 0.9)$, $Q(z)=10$, z $(0.9, 4)$
 $Q(z)=15$, z $(4, 8)$

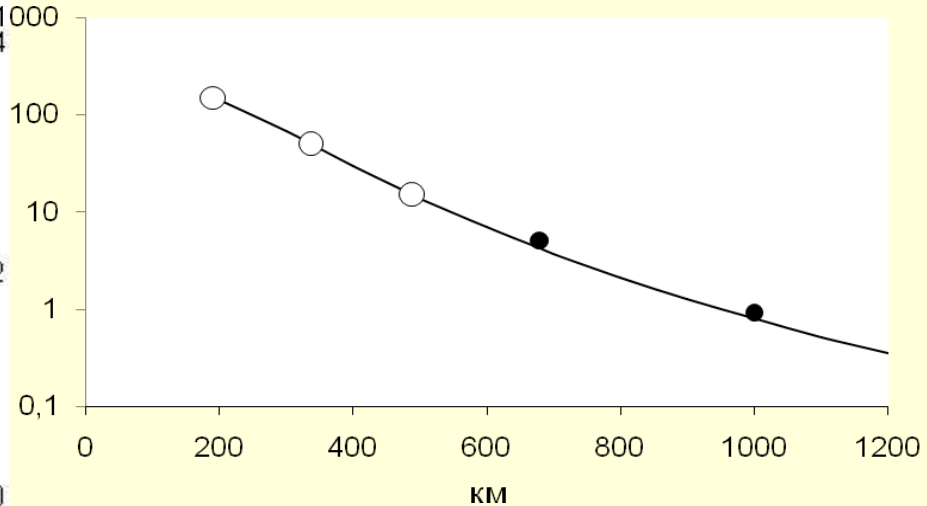
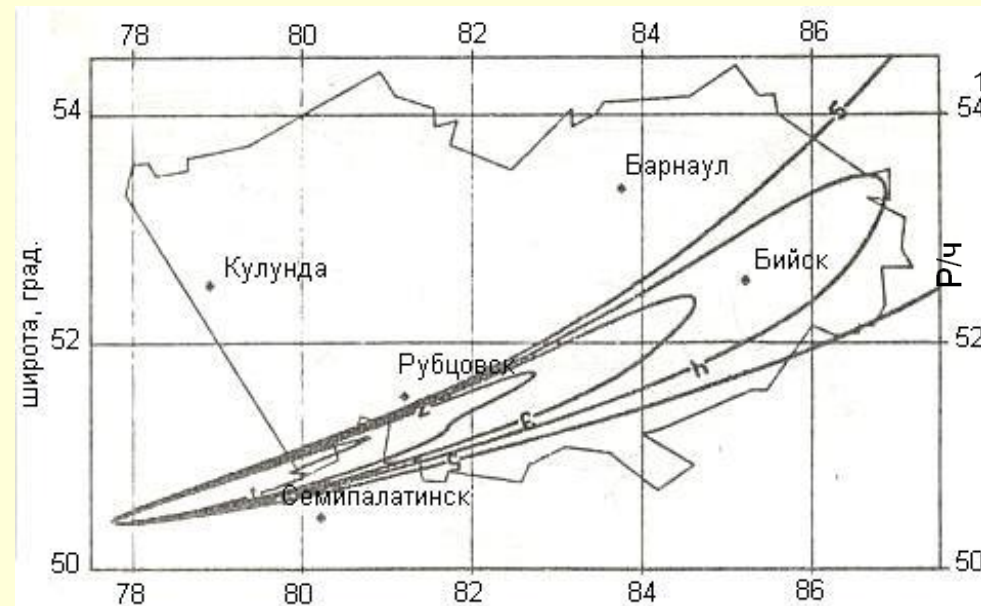


Рис. 5. Приведённое на момент взрыва поле плотности загрязнения территории Алтая Cs^{137} (а): 1 – 150 мКи/км²; 2 – 50 мКи/км²; 3 – 15 мКи/км²; 4 – 5 мКи/км²; 5 – 1 мКи/км². Реконструкция дальней осевой части следа (б).

3. Подземные взрывы

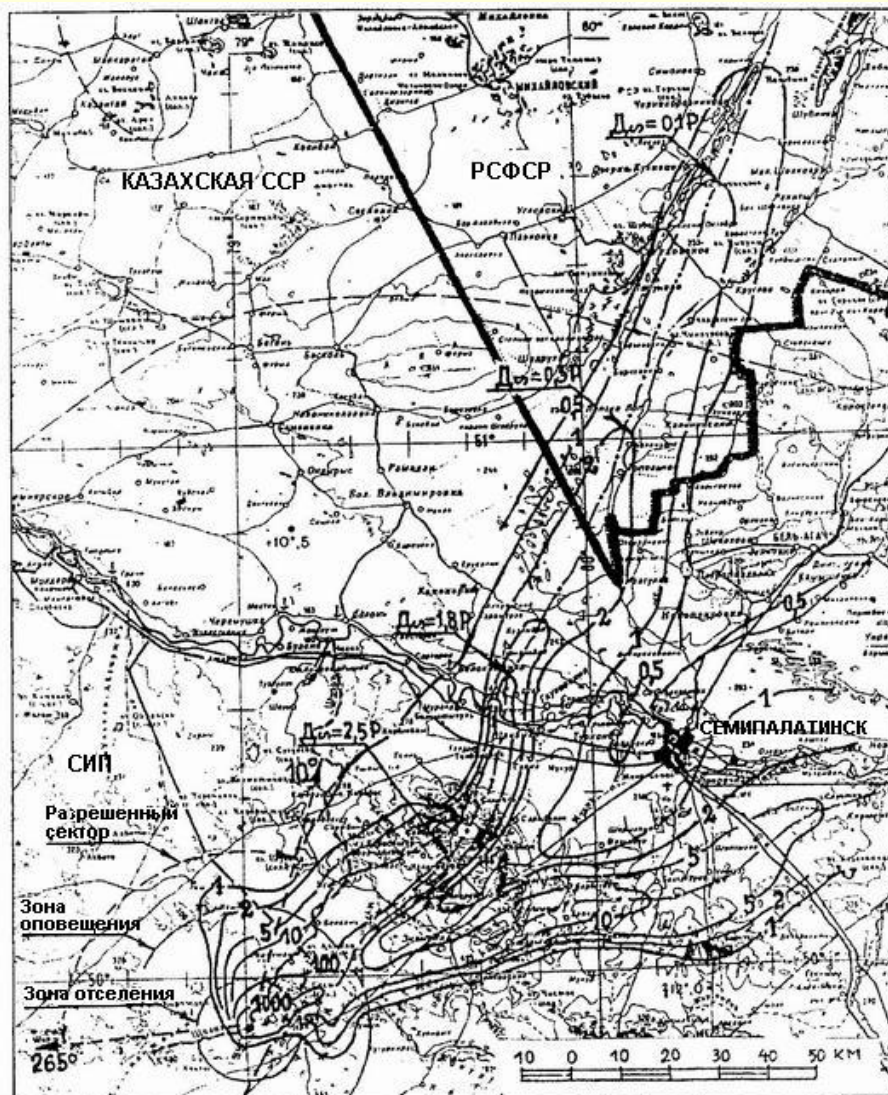
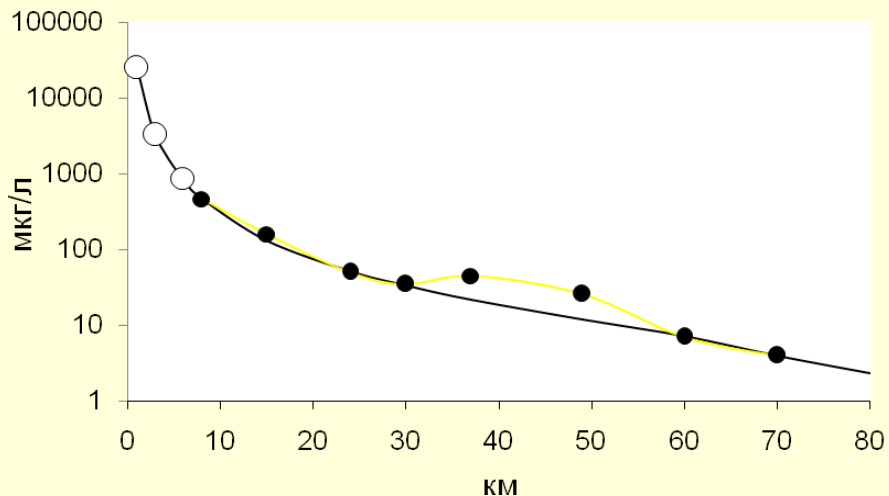


Рис. 6. Схема следа радиоактивного загрязнения (мР/ч) территорий после подземного взрыва 1004 (ЧЕГАН)

Условные обозначения:

- 5 — - мощность дозы гамма-излучения через 24 часа после взрыва, мР/ч;
- Доза - доза на местности до полного распада РВ, Р;
- — - ось следа.

а



б

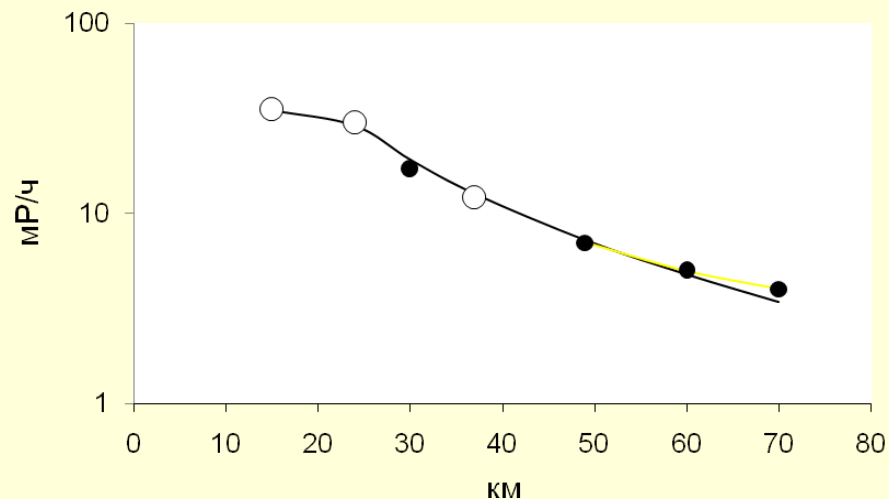
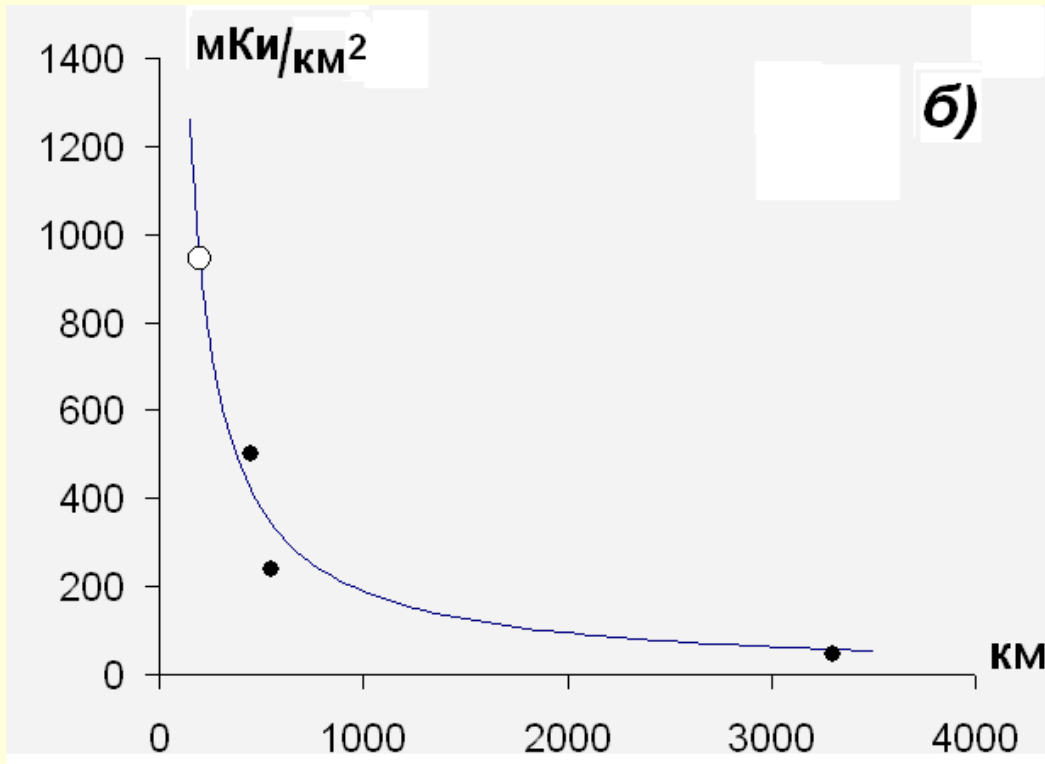


Рис. 7. Реконструкция оси следа взрыва 1004
(15.01.1965 г.)

Относительное распределение активности:

$$Q(z) = 1/z .$$

а) – Северная ветвь; б) – Южная ветвь



$$q(x, 0) = \frac{\theta}{x} \quad (9)$$

$$\theta = \frac{\mu Q}{u H}$$

Рис. 8. Выпадения трития (мКи/км²) в зоне дальнего следа ядерного взрыва 1004

4. Реконструкция осевой части ВУРСа

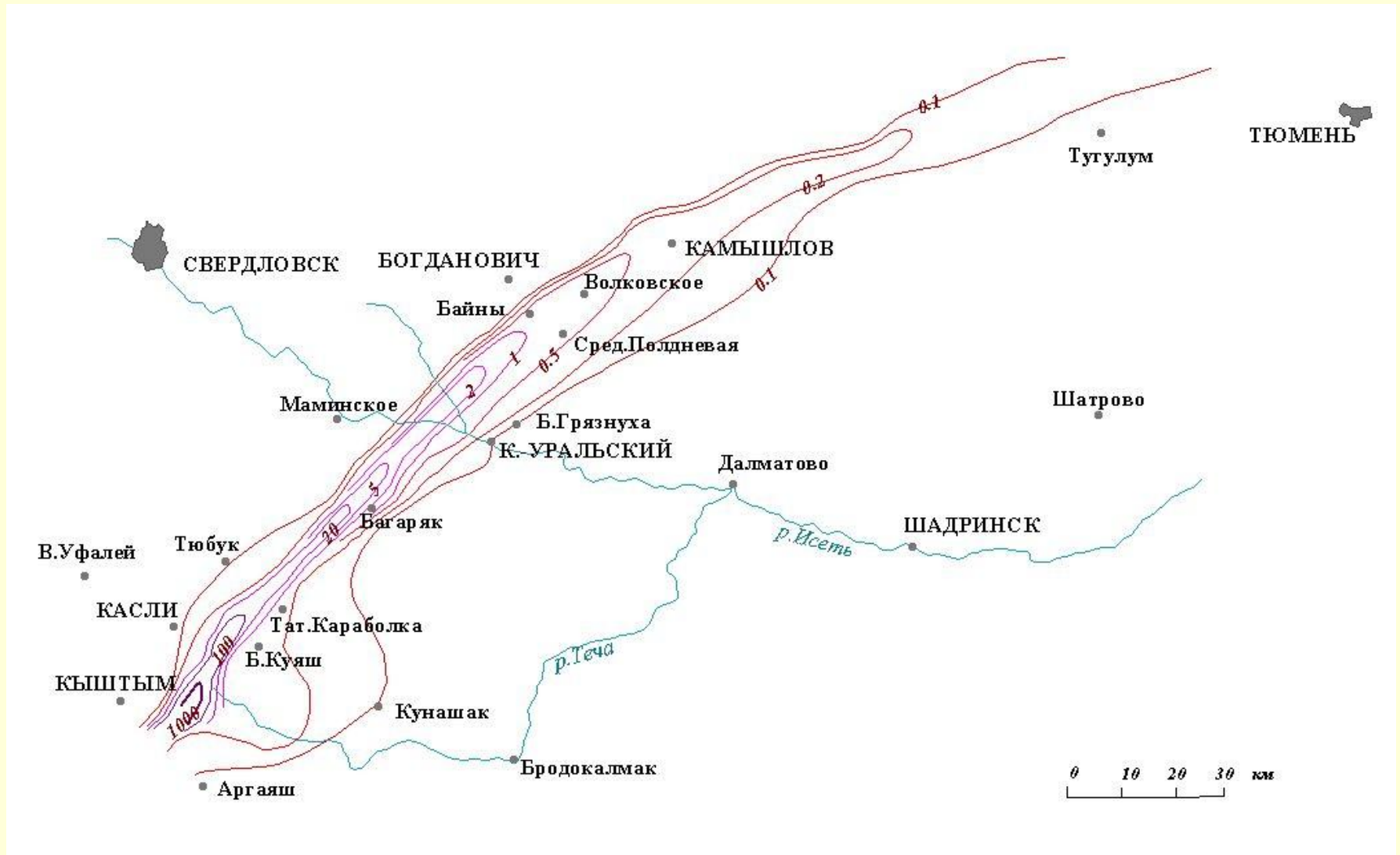


Рис. 9. Карта Восточно-Уральского радиоактивного следа

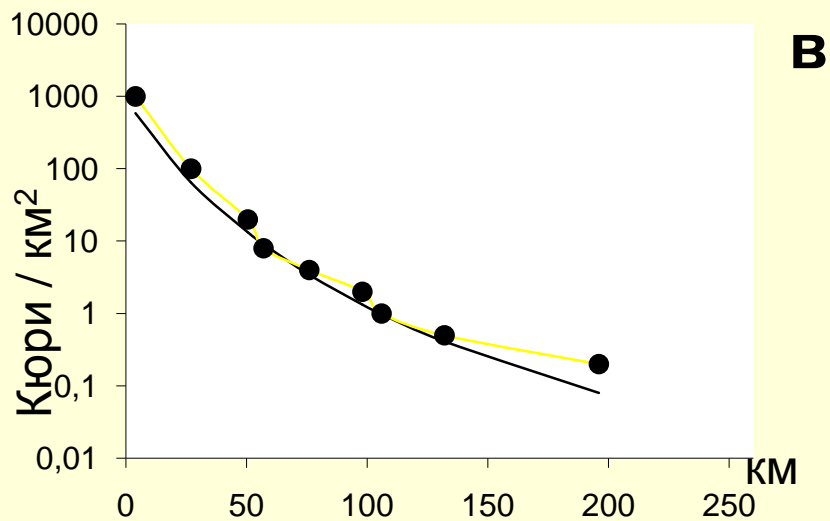
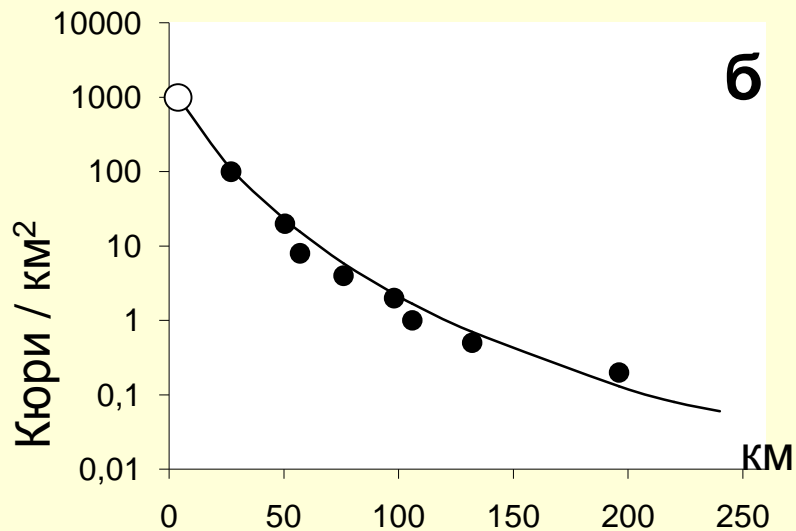
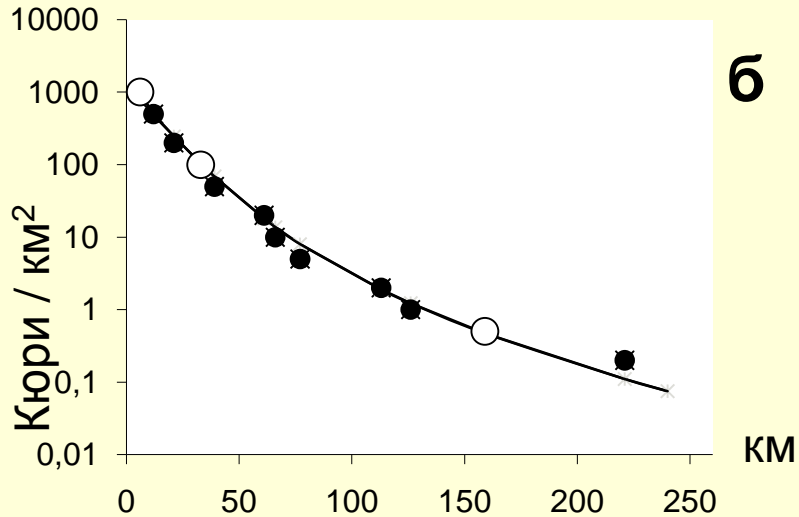
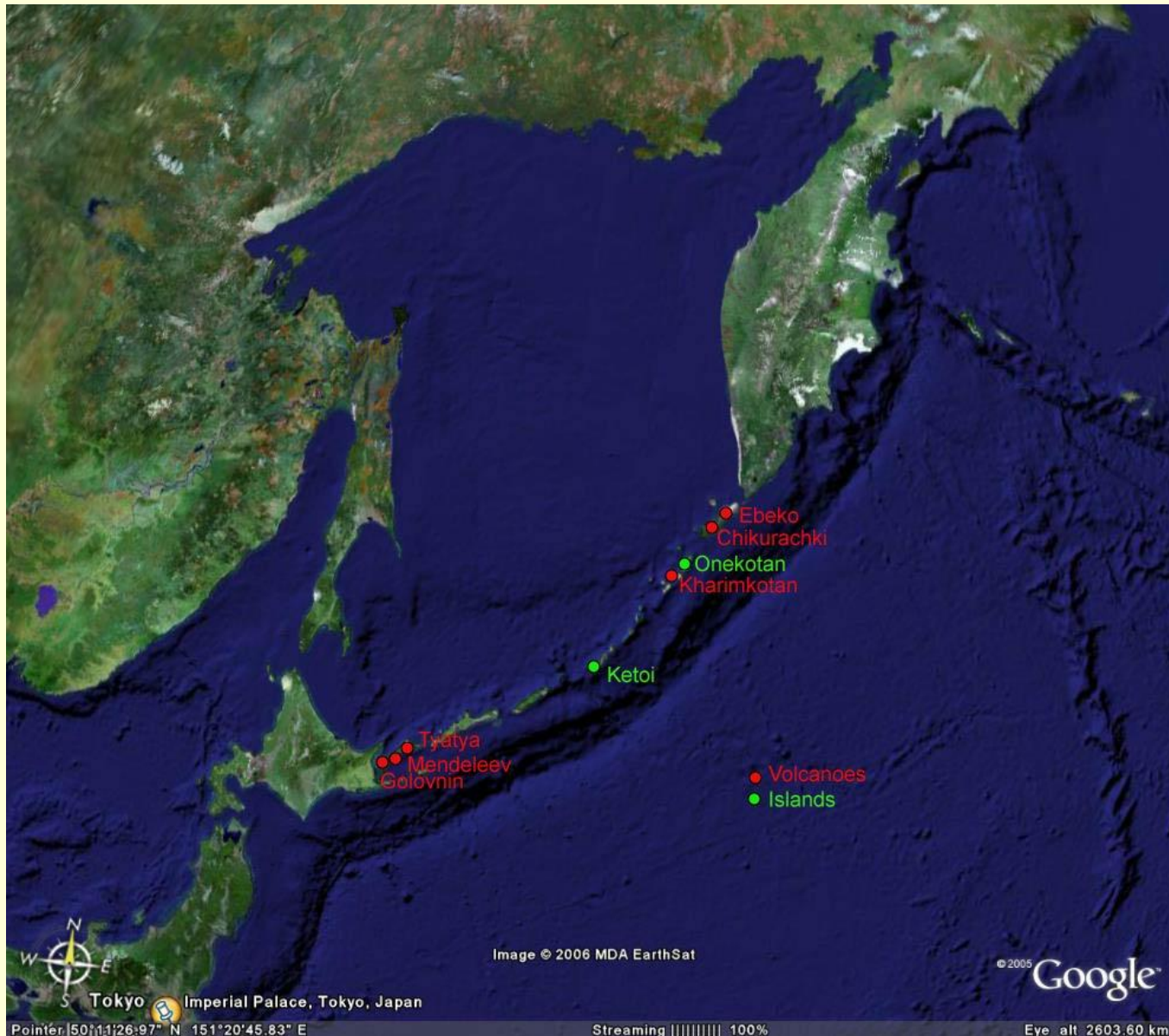


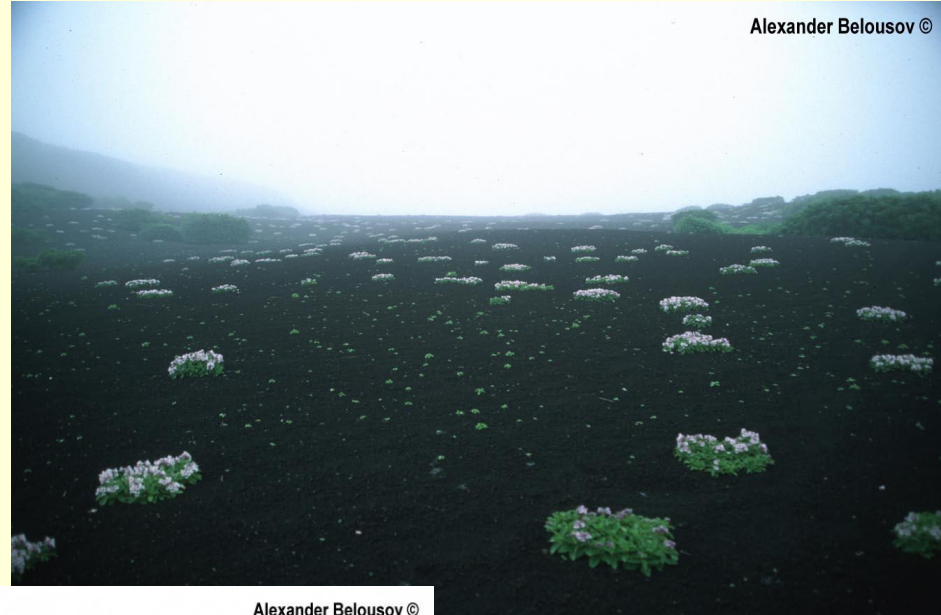
Рис. 10. Радиоактивное загрязнение почвы (Ки/км²) на оси ВУРС на 1959 г. (а) и 1997 г. (б, в).

○, ● - экспериментальные данные, — - расчёт

5. Вулканические извержения



Тефра после извержений 1853 и 1986 гг.



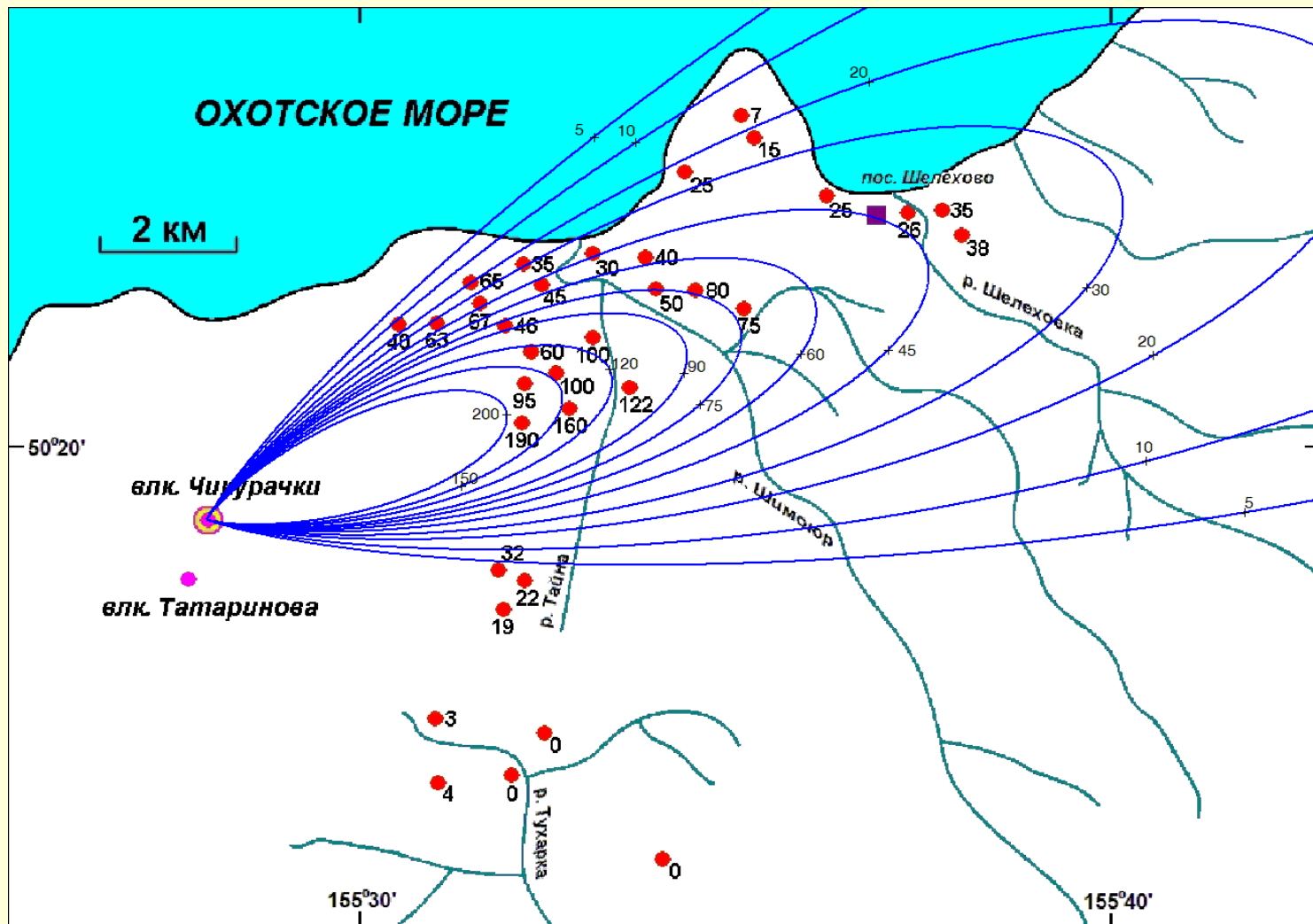


Рис. 11. Схема отбора проб тefры в окрестностях вулкана Чикурачки, извержение 1853 г. Восстановленные по модели поля выпадений. ● - положения точек пробоотбора.

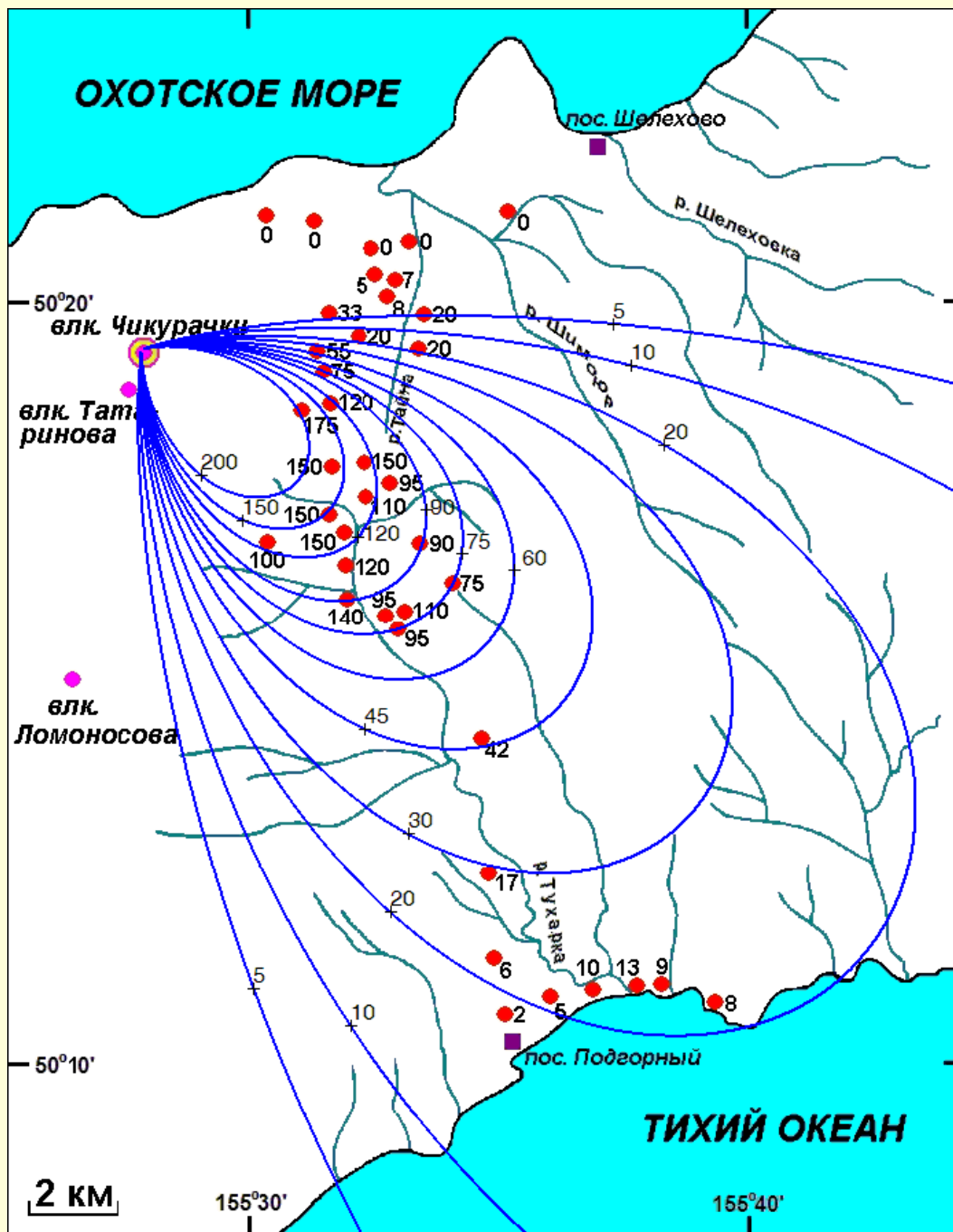


Рис. 12. Схема отбора проб тефры в окрестностях вулкана Чикурачки, извержение 1986 г.

Восстановленные по модели поля выпадений.

● - положения точек пробоотбора.

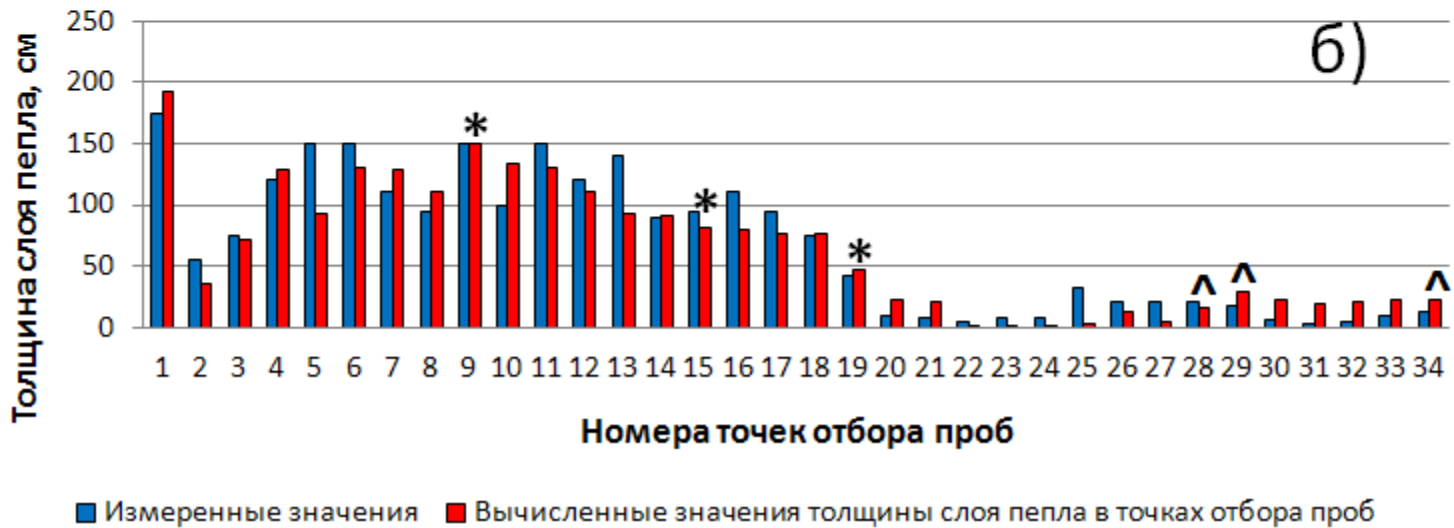
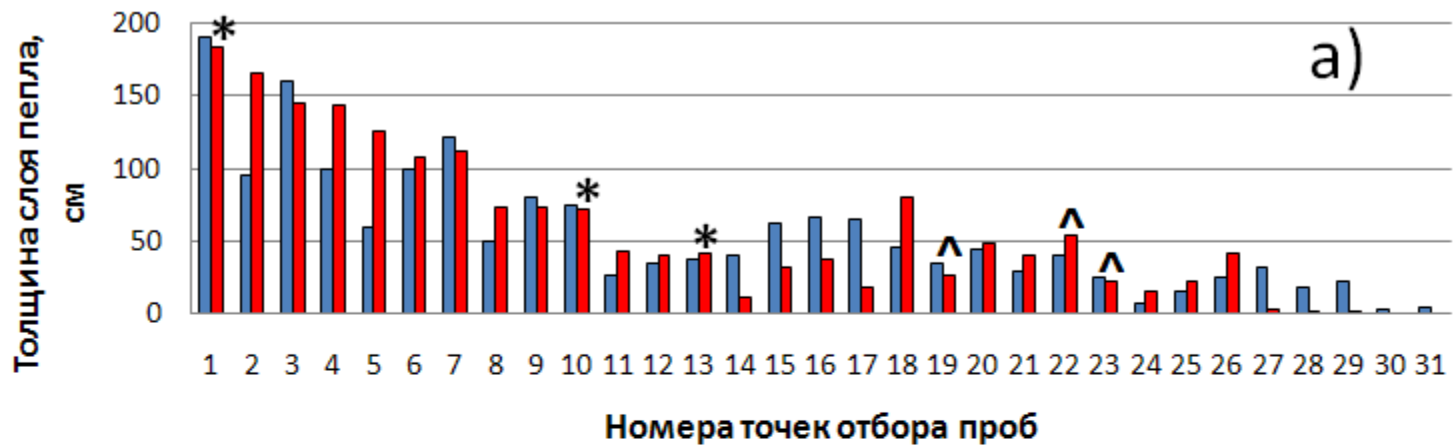


Рис. 13. Измеренные и численно восстановленные толщины слоёв выпадений тефры в точках проботбора:
 а) извержение 1853 г., б) извержение 1986 г.

Заключение

- разработанная малопараметрическая модель реконструкции выпадений полидисперсной примеси даёт возможность численного анализа данных наблюдений для значительной части следа;
- апробация модели показала вполне удовлетворительное согласие с данными наблюдений следов наземных и подземных ядерных взрывов, радиационных аварий, вулканических извержений;
- для восстановления поля выпадений может быть использовано весьма ограниченное число точек измерений, что создаёт определённые преимущества при анализе имеющихся данных.

**Спасибо
за внимание**

Извержение Эйфьяллайекюль (Исландия)









