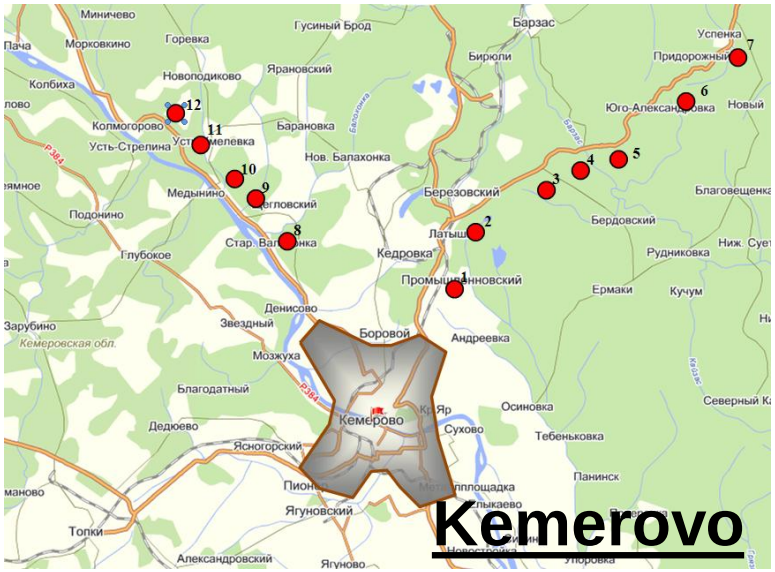
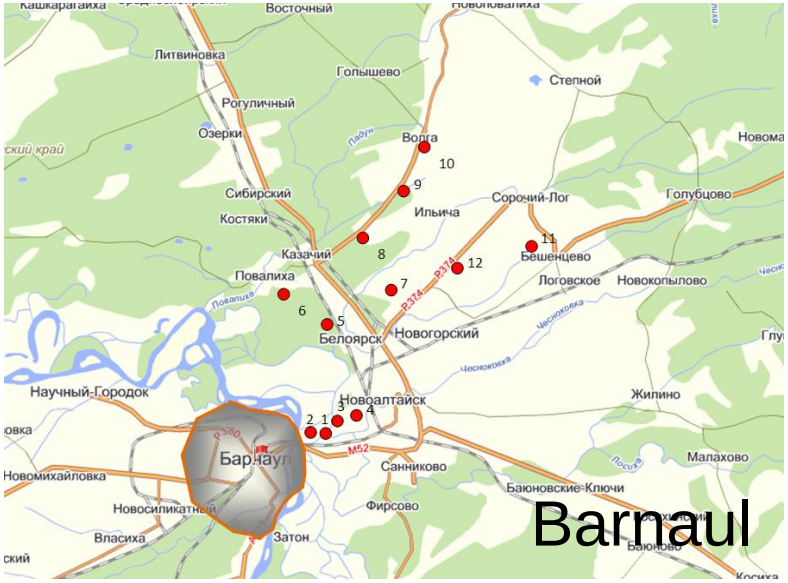
EXPERIMENTAL INVESTIGATION AND NUMERICAL ANALYSIS OF OBSERVATIONAL DATA OF WEST SIBERIA SOUTH CONTAMINATION

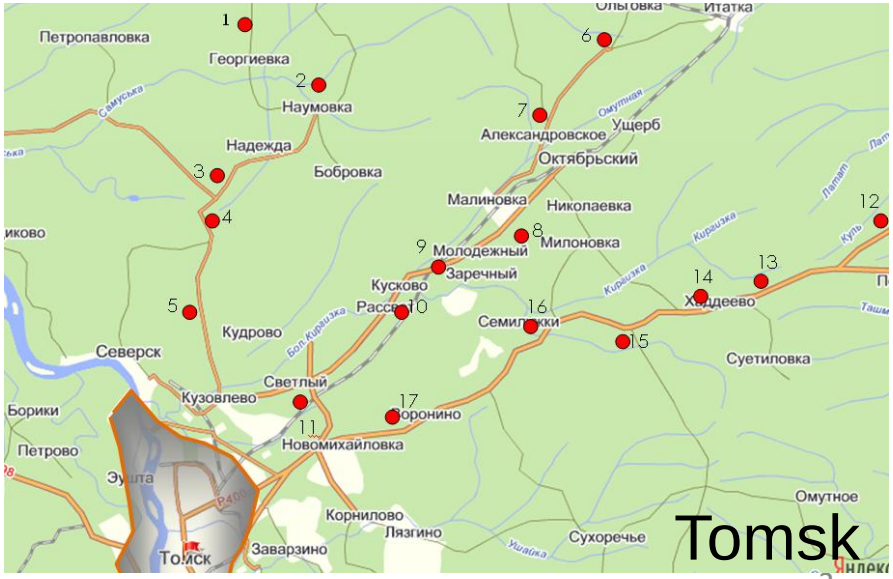
Kokovkin V.V., Raputa V.F., Devyatova A.U.

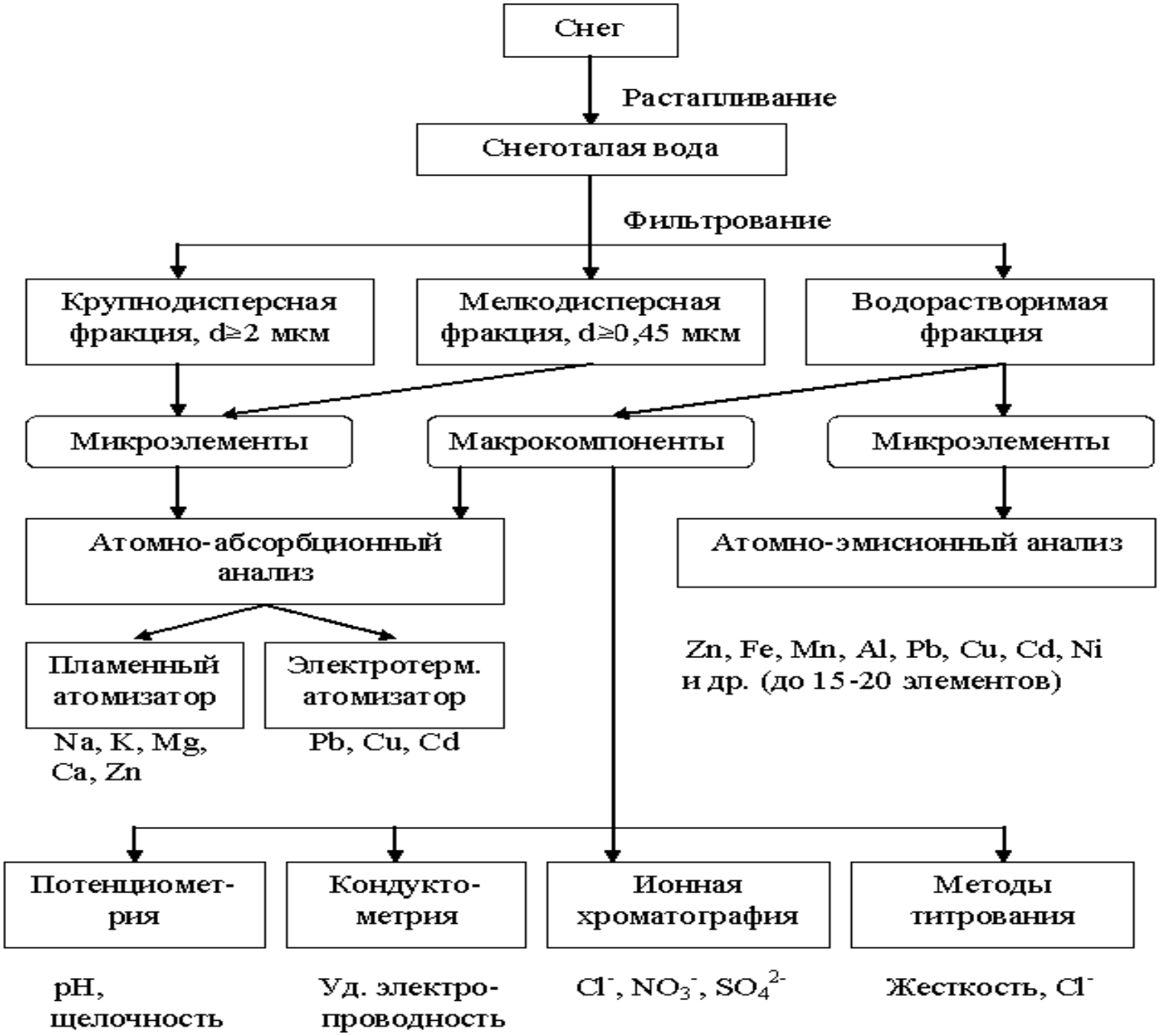
NIIC SB RAS, ICMMG SB RAS, IPGG SB RAS
Novosibirsk

I. Investigated objects








Снег
Растапливание
Снеготалая вода
Фильтрование
Крупнодисперсная фракция, d≥2 мкм
Мелкодисперсная фракция, d≥0,45 мкм
Водорастворимая фракция
Микроэлементы
Макрокомпоненты
Микроэлементы
Атомно-абсорбционный анализ
Атомно-эмисионный анализ
Пламенный атомизатор
Электротерм. атомизатор
Na, K, Mg, Ca, Zn
Pb, Cu, Cd
Zn, Fe, Mn, Al, Pb, Cu, Cd, Ni и др. (до 15-20 элементов)
Потенциометрия
Кондуктометрия
Ионная хроматография
Методы титрования
pH, щелочность
Уд. электропроводность
Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}
Жесткость, Cl^-

II. Models for regional pollution estimation

Point source

$$\bar{q}(r,\varphi) = \frac{M \cdot g(\varphi)}{2\pi \cdot u \cdot h \cdot r}, \qquad (1)$$

$$\bar{q}(r,\varphi) = \frac{\theta \cdot g(\varphi)}{r} \qquad \theta = \lambda \cdot M /(2\pi \cdot u \cdot h), \qquad (2)$$

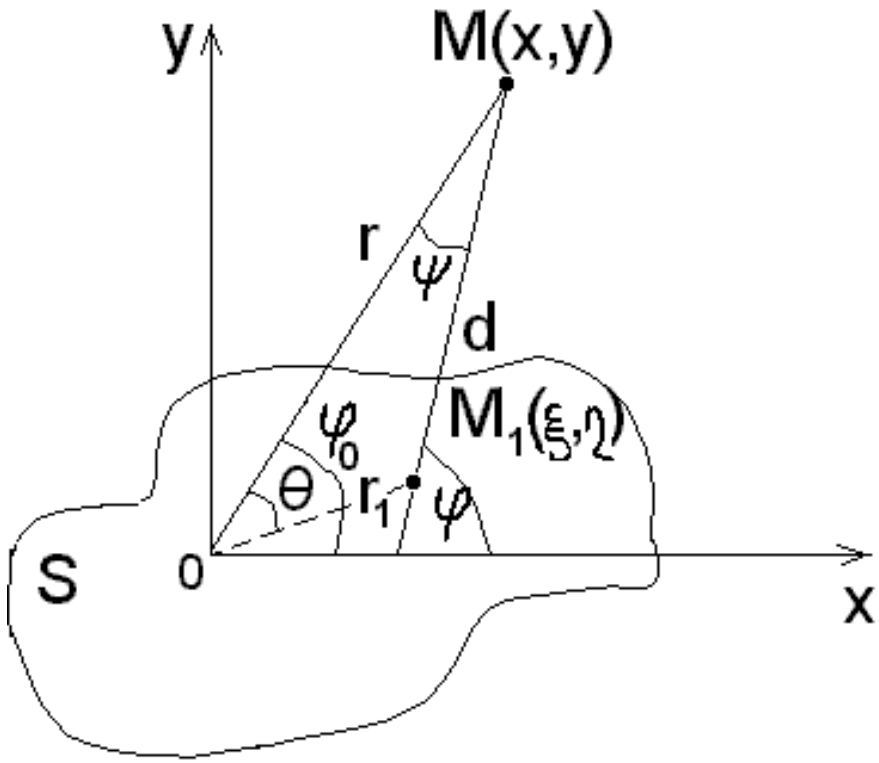
$$\bar{q}(r,\varphi) = \frac{\lambda \cdot Mg(\varphi)}{2\pi r} \iint_{\Omega} \frac{B(u',h')}{u' \cdot h'} d\Omega = \frac{\theta' \cdot g(\varphi)}{r} \qquad (3)$$

$$\theta' = \frac{\lambda \cdot M}{2\pi} \iint_{\Omega} \frac{B(u',h')}{u' \cdot h'} d\Omega$$

Area source

$$Q(x,y)=\frac{\lambda}{2\pi uh}\iint_S \frac{m(\xi,\eta)g(\varphi)}{d}d\xi d\eta \qquad (4)$$

$$\varphi(\xi,\eta,x,y)=arctg\left(\frac{y-\eta}{x-\xi}\right),\quad d=|M_1M|=\sqrt{(x-\xi)^2+(y-\eta)^2}$$



$$\frac{1}{d}=\frac{1}{r\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\mu}} \qquad (5)$$

$$r=|\overrightarrow{OM}|,\quad r_1=|OM_1|,\quad \alpha=\frac{r_1}{r},\quad \mu=\cos\theta$$

$$\frac{1}{d}=\frac{1}{r}\sum_{n=0}^{\infty}\alpha^n P_n(\mu) \qquad (6)$$

$$Q(x,y)=\frac{c}{r}\sum_{n=0}^{\infty}\iint_S \alpha^n P_n(\mu)m(\xi,\eta)g(\xi,\eta,x,y)d\xi d\eta = Q_1+Q_2+Q_3+\ldots =$$

(7)

$$=\frac{c}{r}\iint_S mgP_0(\mu)d\xi d\eta+\frac{c}{r^2}\iint_S mgr_1P_1(\mu)d\xi d\eta+\frac{c}{r^3}\iint_S mgr_1^2P_2(\mu)d\xi d\eta+\ldots$$

$$g(\varphi)\cong g(\varphi_0)+g'(\varphi_0)\psi \quad \varphi_0=arctg\frac{y}{x}, \quad \psi=\varphi-\varphi_0$$

(8)

$$\cos\psi=\frac{x(x-\xi)+y(y-\eta)}{rd}=\frac{r^2-x\xi-y\eta}{rd}$$

(9)

$$g(\varphi)\cong g(\varphi_0)+g'(\varphi_0)\left[\frac{\pi}{2}-1-\frac{x}{r^2}\xi-\frac{y}{r^2}\eta\right]$$

$$Q_1(x,y)=\frac{c}{r}\iint\limits_S m(\xi,\eta)\left\{g(\varphi_0)+\left(\frac{\pi}{2}-1\right)g'(\varphi_0)-g'(\varphi_0)\left(\frac{x}{r^2}\xi+\frac{y}{r^2}\eta\right)\right\}d\xi d\eta=$$

$$=\theta_1\frac{g(\varphi_0)+\left(\frac{\pi}{2}-1\right)g'(\varphi_0)}{r}+\theta_2\frac{g'(\varphi_0)x}{r^3}+\theta_3\frac{g'(\varphi_0)y}{r^3} \qquad \textbf{(10)}$$

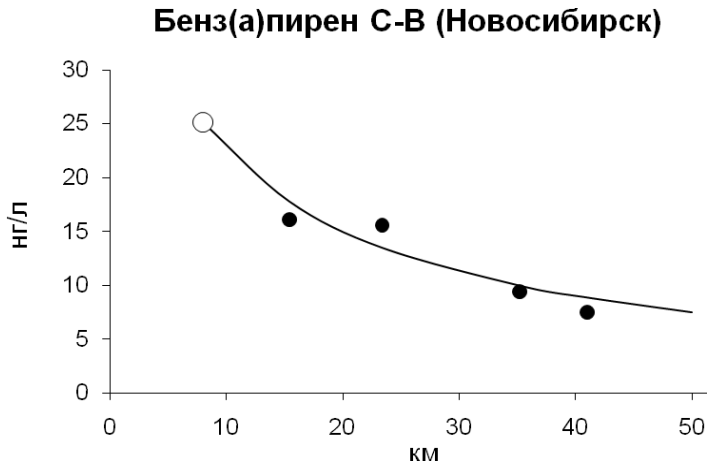
$$\theta_1=c\iint\limits_S m(\xi,\eta)d\xi d\eta,\quad \theta_2=-c\iint\limits_S \xi m(\xi,\eta)d\xi d\eta,\quad \theta_3=-c\iint\limits_S \eta m(\xi,\eta)d\xi d\eta.$$

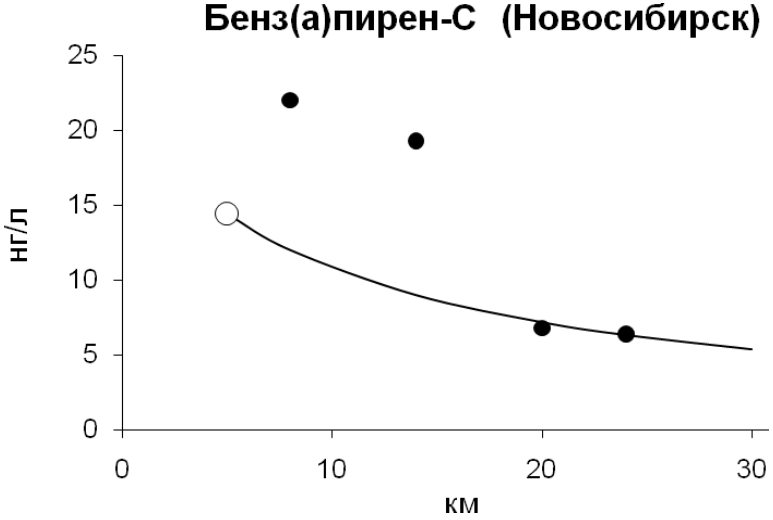
Remark

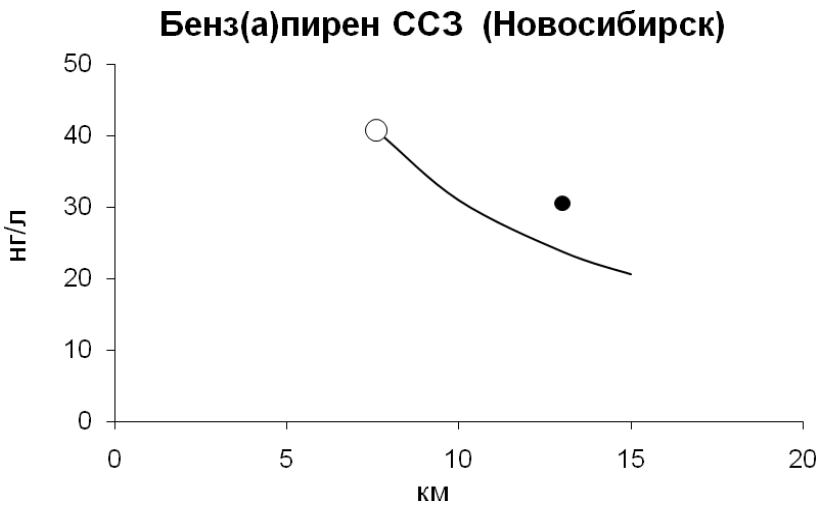
$$g'(\varphi)=0 \qquad \textbf{(11)}$$

III. Numerical analysis of the observations

Novosibirsk

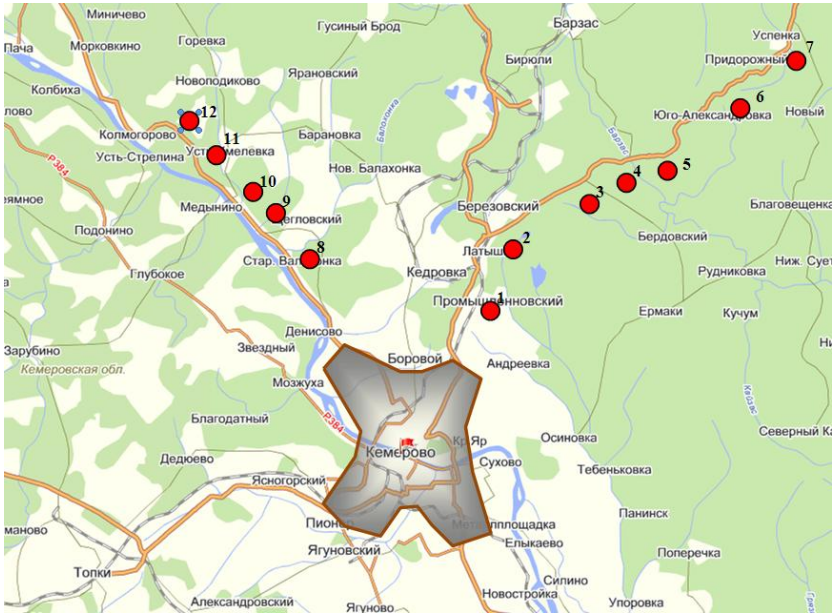


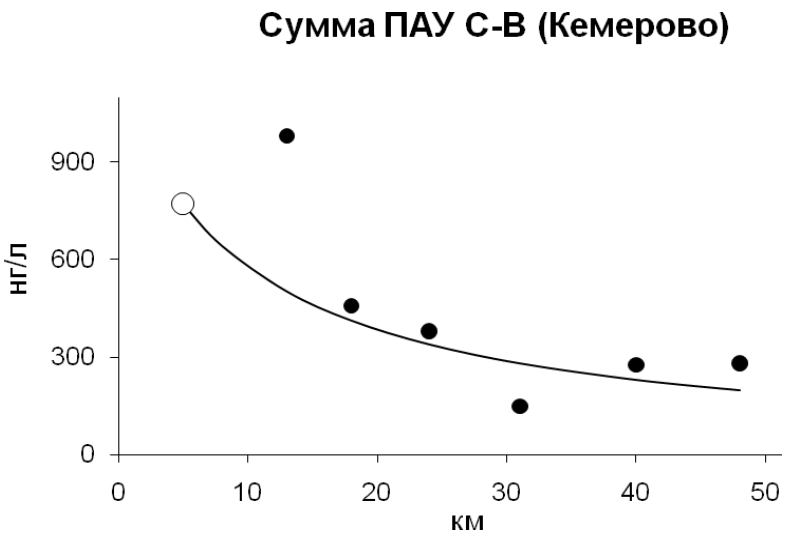


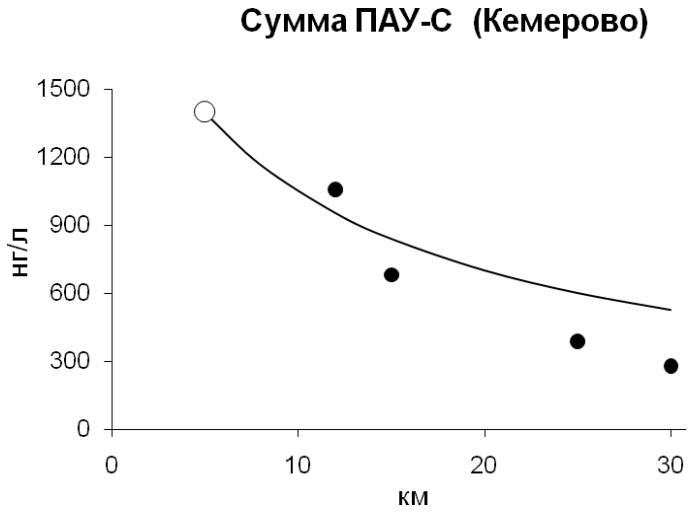


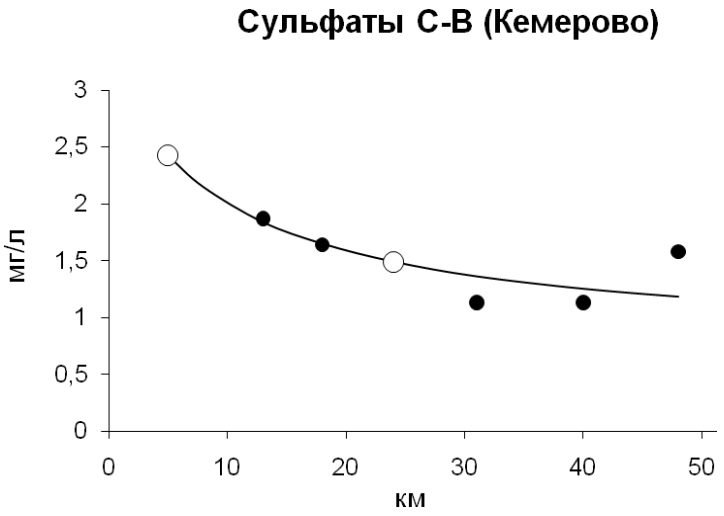
○ - support points, ● - control points of observation

Kemerovo

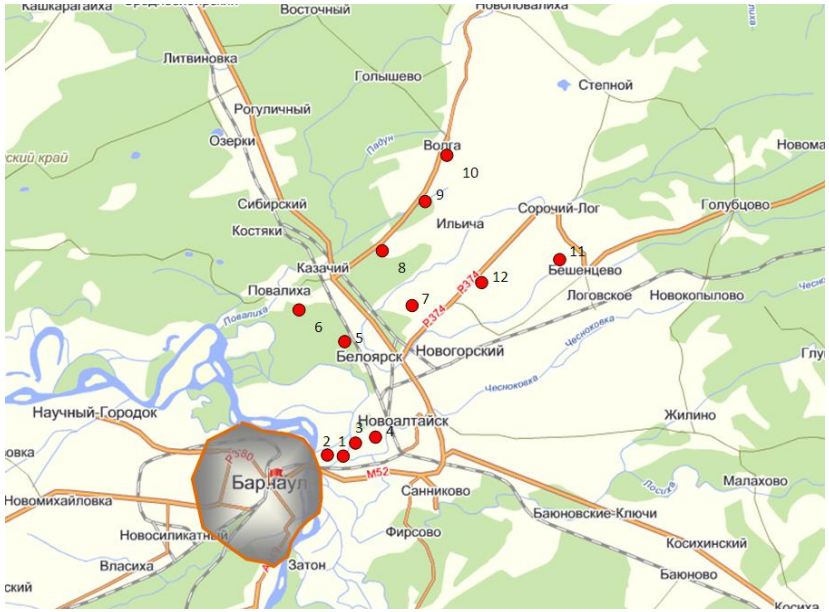

Миничево
Пача
Морковкино
Горевка
Гусиный Брод
Барзас
Успенка
Бирюли
Придорожный
Новоподиково
Ярановский
Колбиха
Юго-Александровка
Новый
Колмогорово
Барановка
Усть-Стрелина
Нов. Балахонка
Медынино
Березовский
Благовещенка
Подонино
Бердовский
Глубокое
Кедровка
Рудниковка
Ермаки
Кучум
Зарубино
Денисово
Звездный
Боровой
Андреевка
Кемеровская обл.
Мозжуха
Благодатный
Кемерово
Осиновка
Дедюево
Сухово
Тебеньковка
Ясногорский
Панинск
Ягуновский
Елыкаево
Поперечка
Топки
Силино
Александровский
Новостройка
Упоровка
Ягуново
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

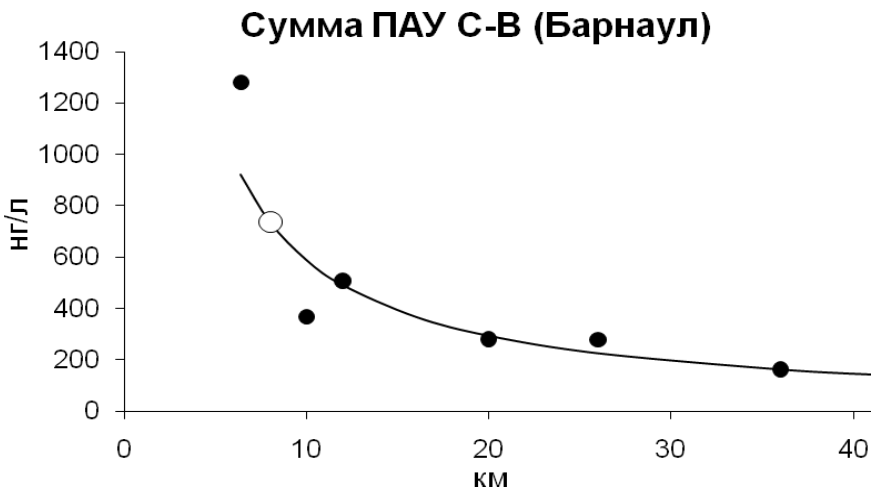

Сумма ПАУ С-В (Кемерово)
нг/л
900
600
300
0
0
10
20
30
40
50
км

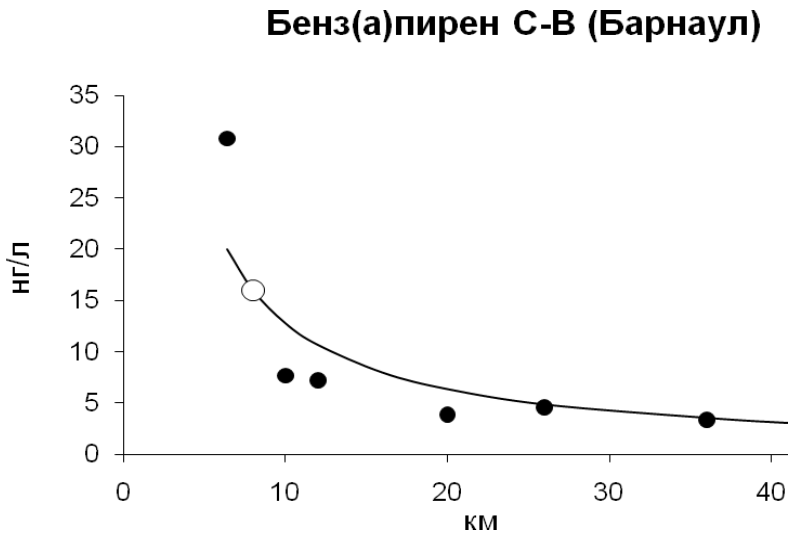

Сумма ПАУ-С (Кемерово)
нг/л
1500
1200
900
600
300
0
0
10
20
30
км

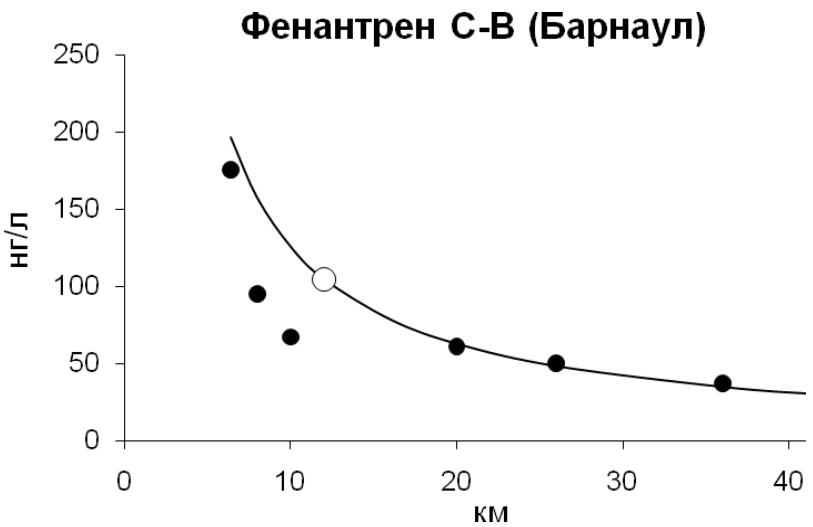

Сульфаты С-В (Кемерово)
мг/л
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
10
20
30
40
50
км

Barnaul

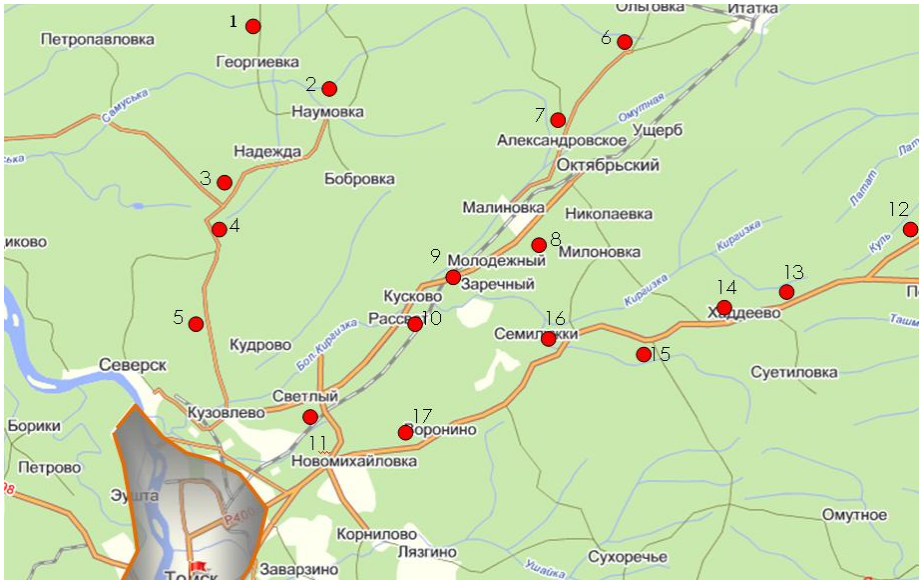

Восточный
Литвиновка
Голышево
Степной
Рогуличный
Озерки
Волга
10
9
Сибирский
Костяки
Ильича
Сорочий-Лог
Голубцово
Казачий
8
11
Бешенцево
Повалиха
12
Р374
7
Логовское
Новокопылово
6
5
Белоярск
Новогорский
Научный-Городок
Новоалтайск
Жилино
3
4
2
1
Барнаул
М52
Санниково
Малахово
Новомихайловка
Баюновские-Ключи
Фирсово
Косихинский
Новосиликатный
Власиха
Затон
Баюново

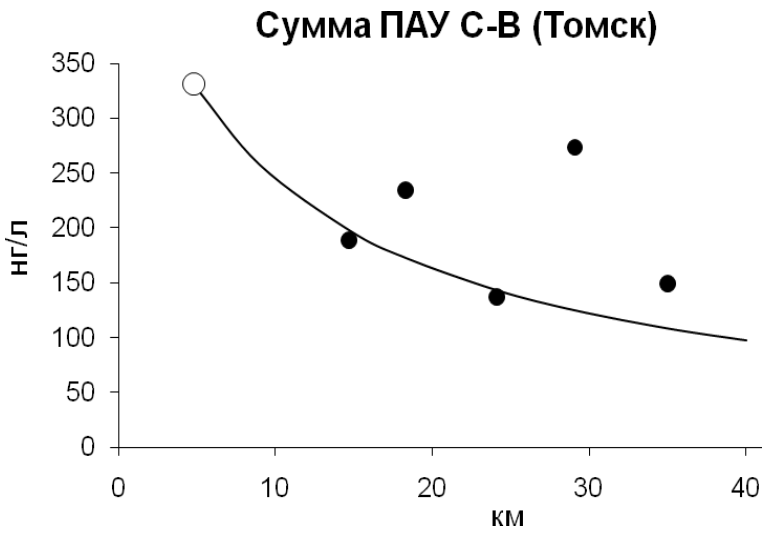

Сумма ПАУ С-В (Барнаул)
нг/л
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
0
10
20
30
40
км

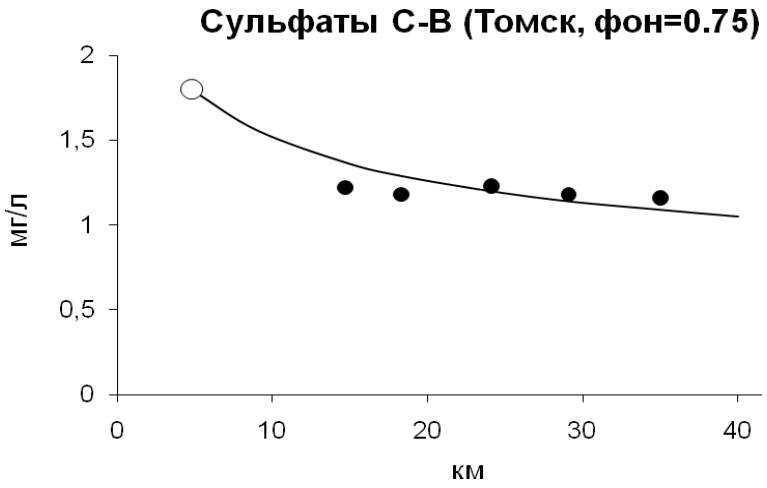

Бенз(а)пирен С-В (Барнаул)
нг/л
35
30
25
20
15
10
5
0
0
10
20
30
40
км

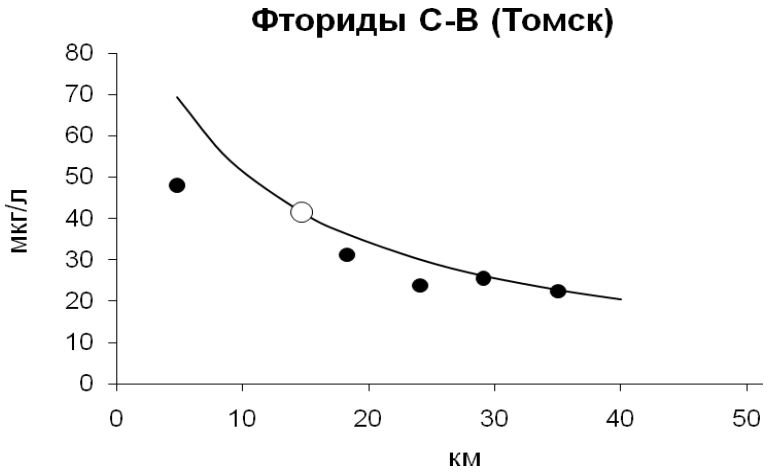

Фенантрен С-В (Барнаул)
нг/л
250
200
150
100
50
0
0
10
20
30
40
км

Tomsk


Петропавловка
Георгиевка
Наумовка
Надежда
Бобровка
Малиновка
Николаевка
Александровское
Ущерб
Октябрьский
Милоновка
Молодежный
Заречный
Кусково
Кудрово
Северск
Светлый
Кузовлево
Новомихайловка
Суетиловка
Омутное
Корнилово
Лязгино
Сухоречье
Заварзино
Петрово
Борики
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17


Сумма ПАУ С-В (Томск)
нг/л
км
0
50
100
150
200
250
300
350
0
10
20
30
40


Сульфаты С-В (Томск, фон=0.75)
мг/л
км
0
0,5
1
1,5
2
0
10
20
30
40


Фториды С-В (Томск)
мкг/л
км
0
10
20
30
40
50
60
70
80
0
10
20
30
40
50

IV. Estimation of radioactive contamination of territories from accidental releases

Basic model of pollutant transport

$$u(z)\frac{\partial q}{\partial x} - w\frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z}k(z)\frac{\partial q}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial y}v(z)\frac{\partial q}{\partial y}\,, \qquad \textbf{(12)}$$

$$k\frac{\partial q}{\partial z} + wq\Big|_{z=0} = 0\,,\quad q\big|_{|\vec{x}|\to\infty} \to 0\,,\quad q\big|_{x=0} = M\delta(y)\delta(z-H)\,, \qquad \textbf{(13)}$$

$$u(z) = u_1\left(\frac{z}{z_1}\right)^n\,,\qquad k(z) = k_1\left(\frac{z}{z_1}\right)^m\,,\qquad v(z) = k_0 u(z) \qquad \textbf{(14)}$$

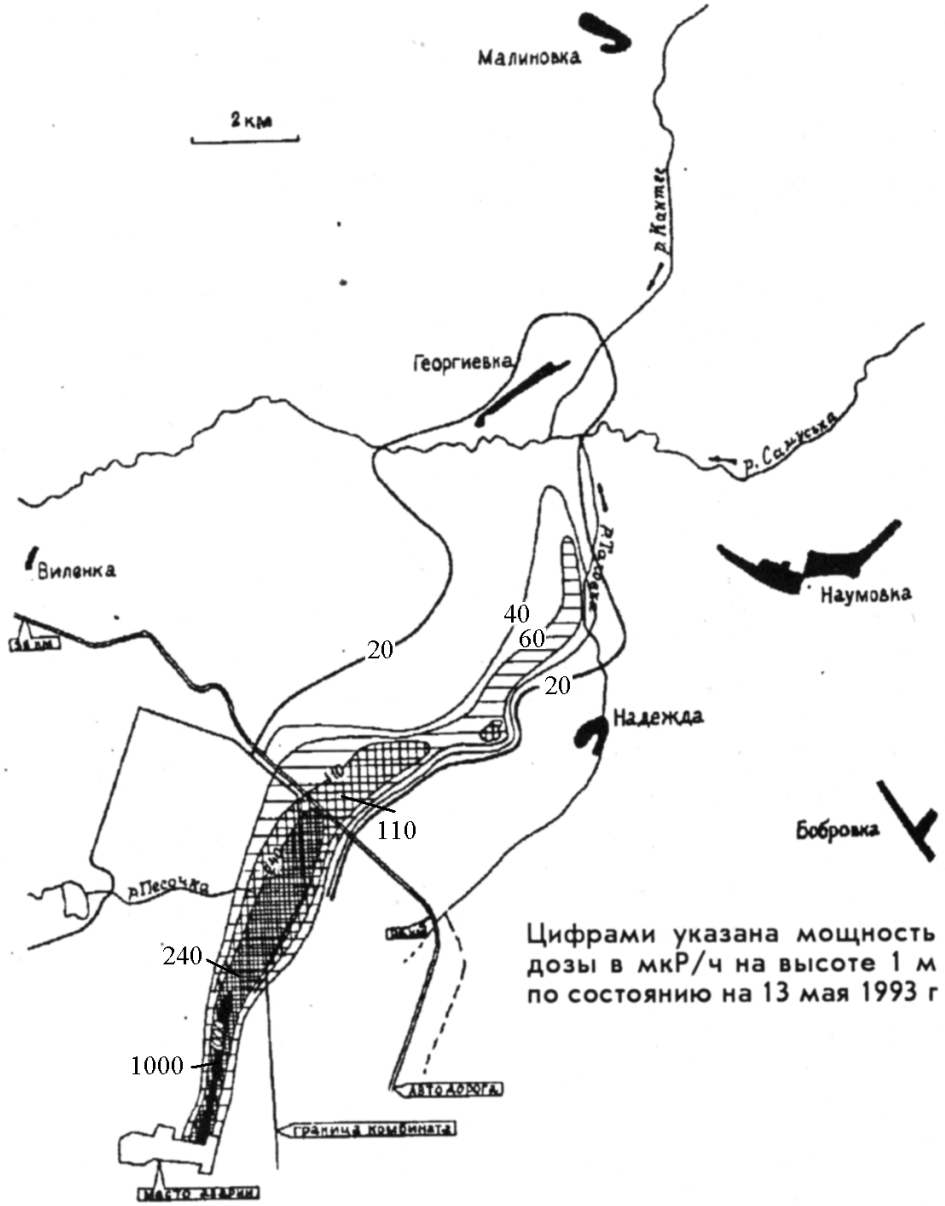
Polydisperse case

$$N(w) = \frac{a^{m+1}}{\Gamma(m+1)} w^m e^{-aw} \quad , \qquad m \geq -1 \, , \qquad a = \frac{m}{w_m} \qquad \textbf{(15)}$$

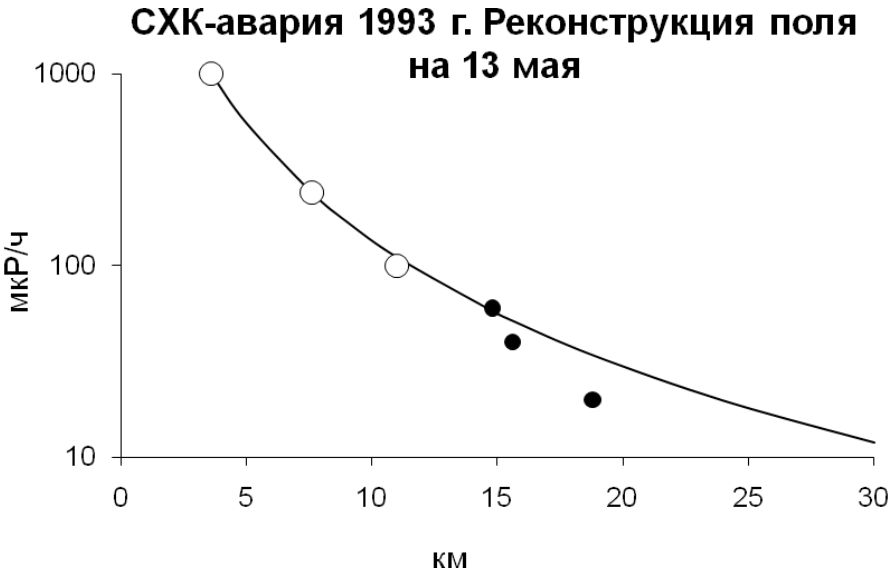
$$p(x) = \frac{\theta_1}{x^{1.5}} \exp(-\frac{c}{x}) \int_0^\infty \frac{\omega^{\theta_2} \exp(-\theta_3 \omega)}{\Gamma(1+\omega)} \left(\frac{c}{x}\right)^\omega d\omega \quad , \qquad \textbf{(16)}$$

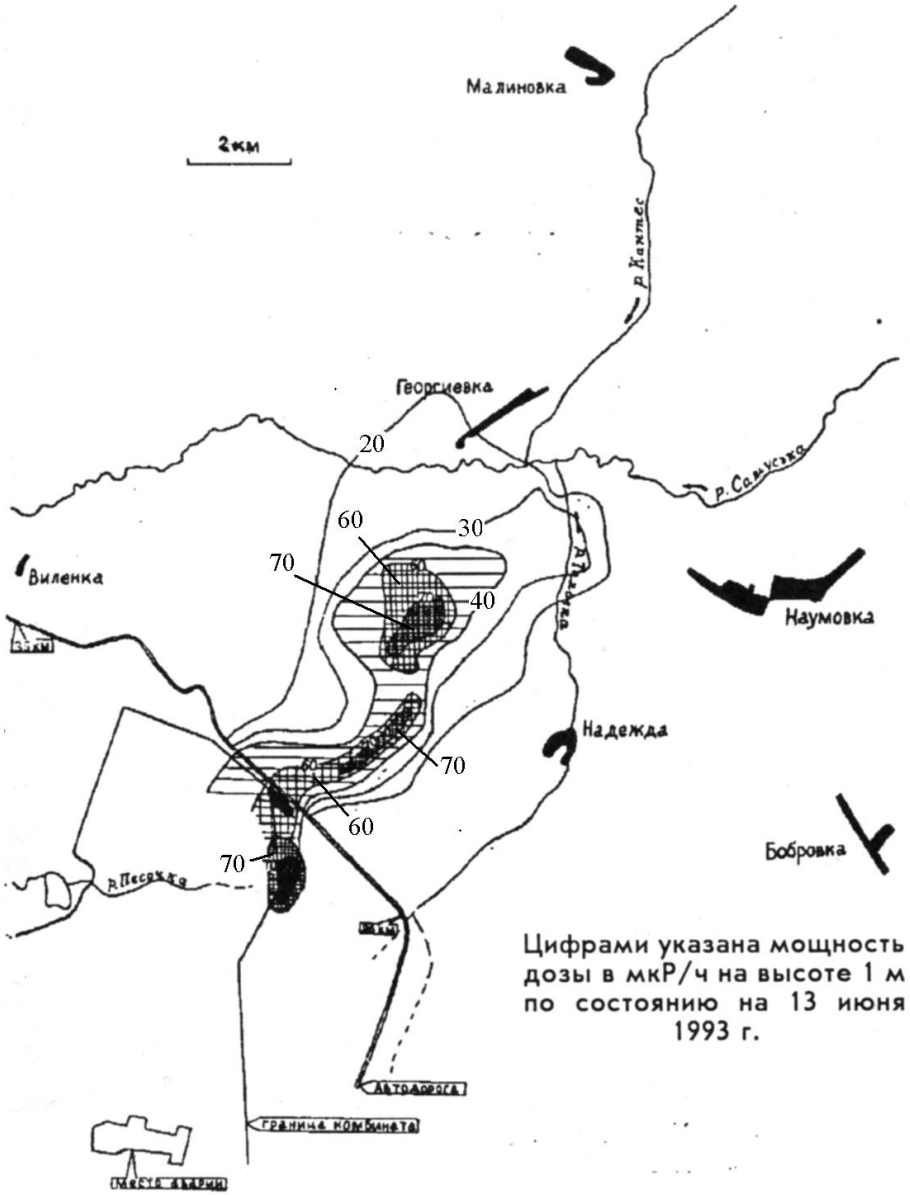
$$\theta_1 = \frac{M \, R^{m+2}}{(1+n)\, a \, \Gamma(1+m)} \quad , \quad \theta_2 = m+1 \quad , \quad \theta_3 = a(1+n)k_1 \quad .$$

V. Siberian Chemical Combine. Crash 1993



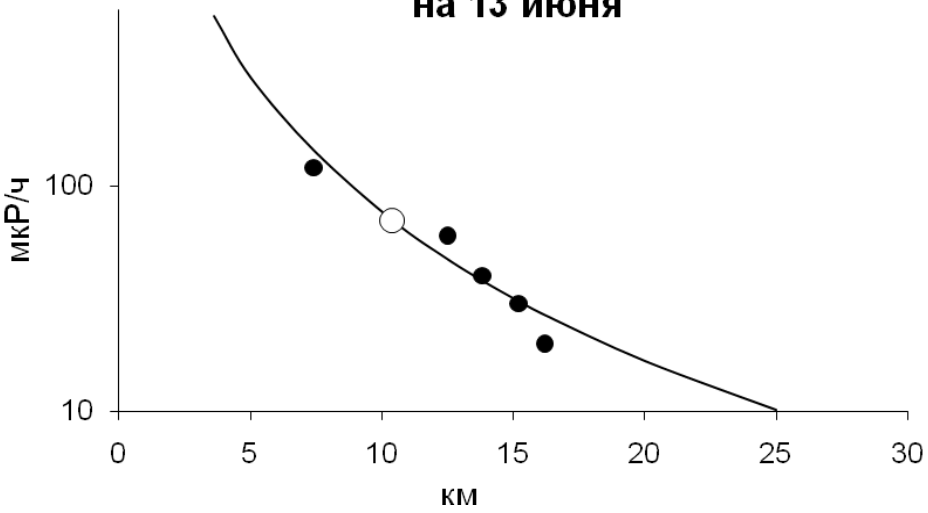
Soil contamination



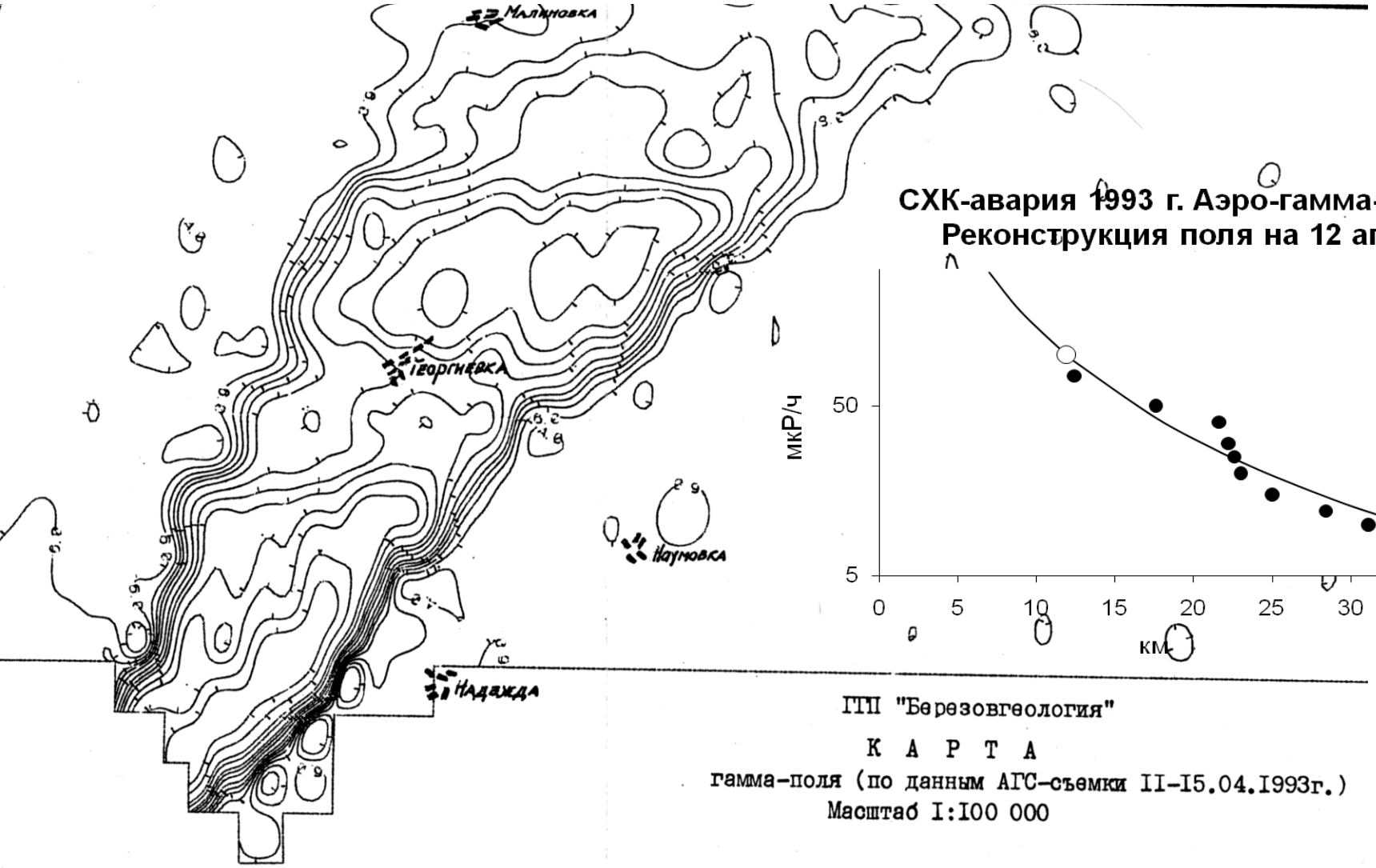


Цифрами указана мощность дозы в мкР/ч на высоте 1 м по состоянию на 13 июня 1993 г.

СХК-авария 1993 г. Реконструкция поля на 13 июня



Pollution of snow cover



СХК-авария 1993 г. Аэро-гамма-съёмка.
Реконструкция поля на 12 апреля

ГГП "Березовгеология"

К А Р Т А

гамма-поля (по данным АГС-съемки 11-15.04.1993г.)

Масштаб 1:100 000

Примечание: проведены изолинии 4,6,8,10,12,15,20,25,30,40,50,75,100 мкР/ч

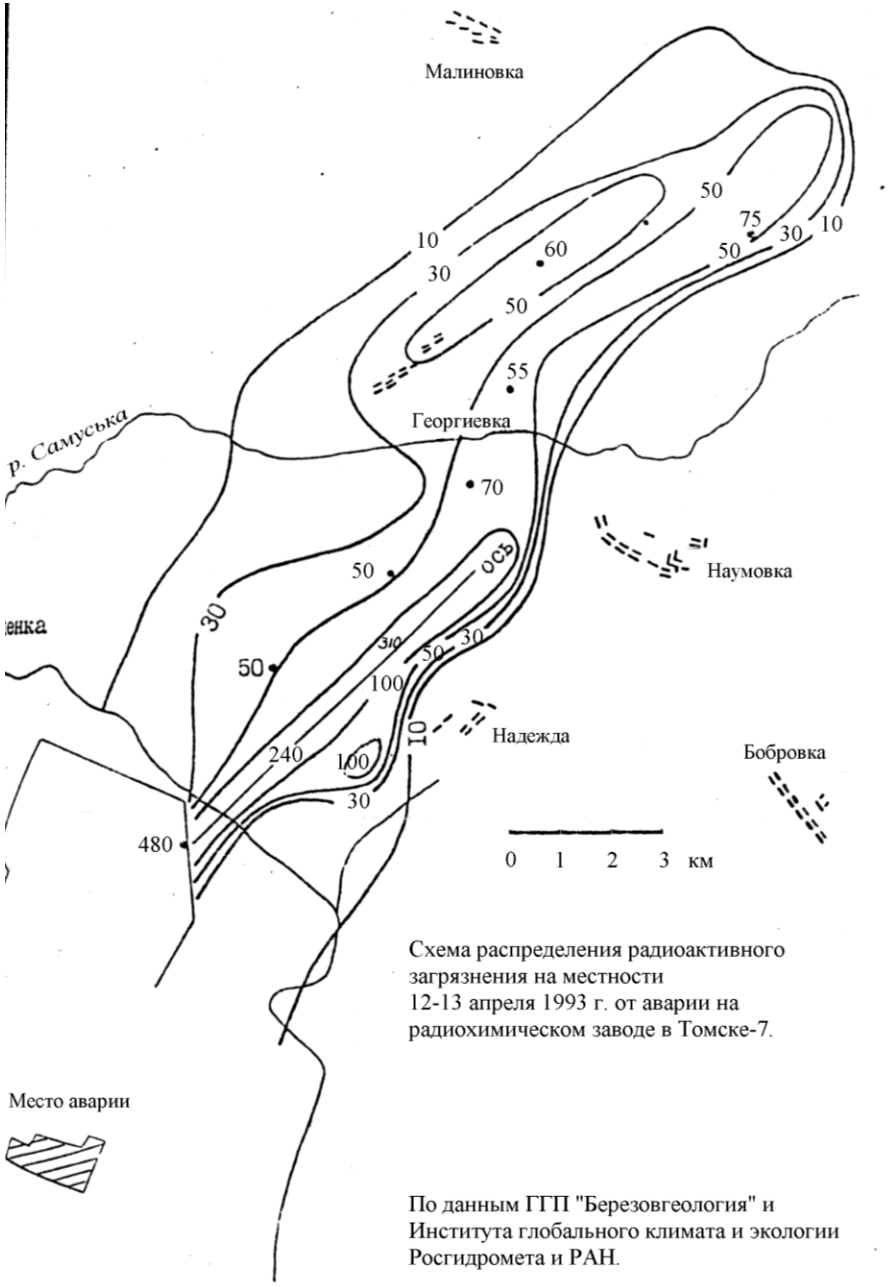
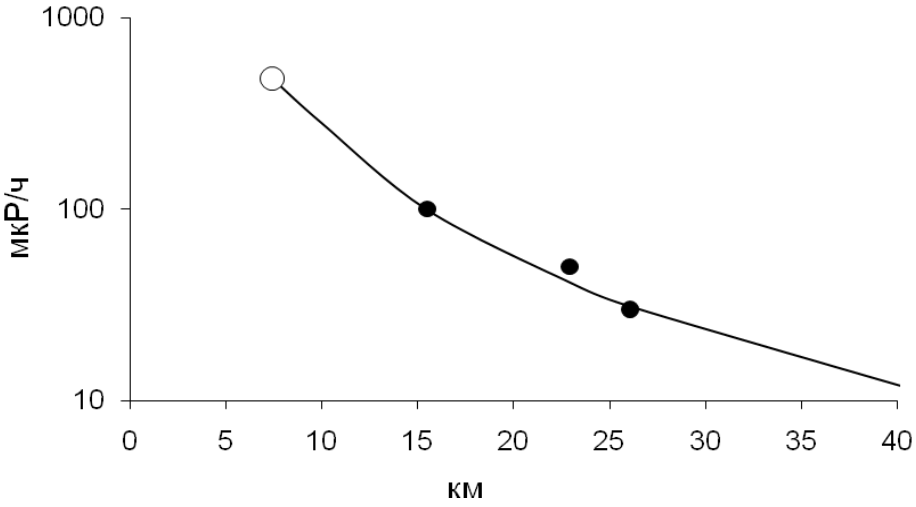


Схема распределения радиоактивного загрязнения на местности 12-13 апреля 1993 г. от аварии на радиохимическом заводе в Томске-7.

Место аварии

По данным ГГП "Березовгеология" и Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН.

СХК-авария 1993 г. Наземная гамма-съёмка. Реконструкция на 12 апреля



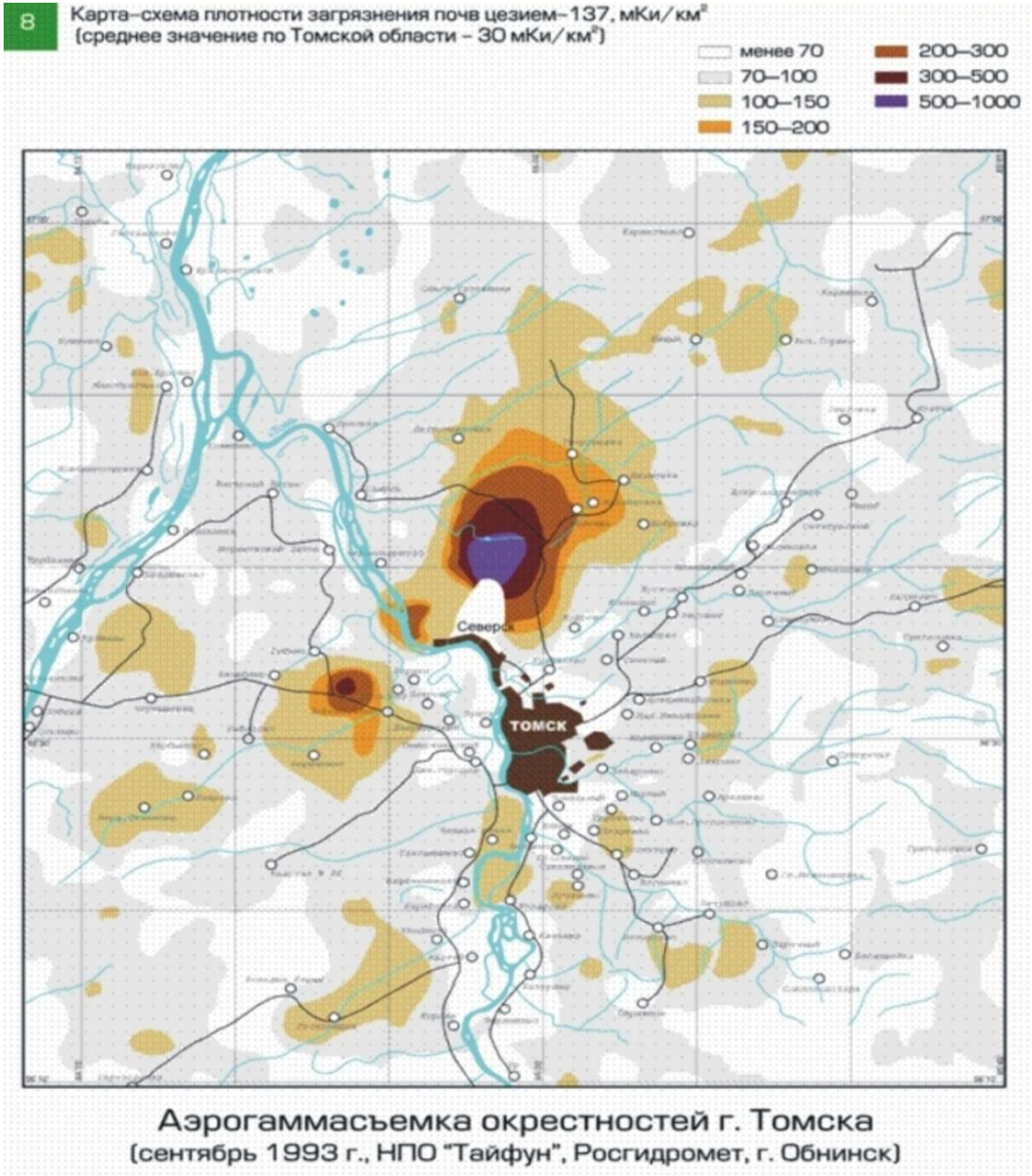
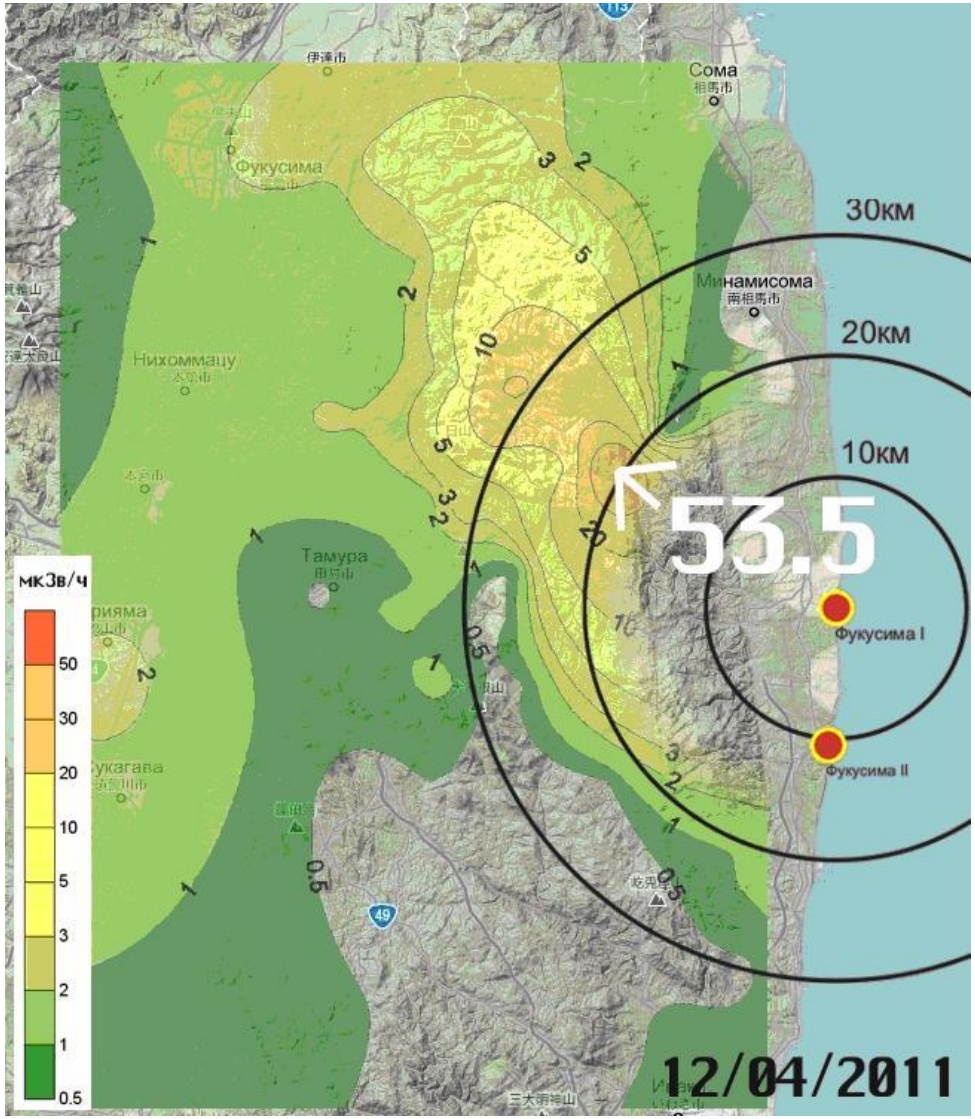
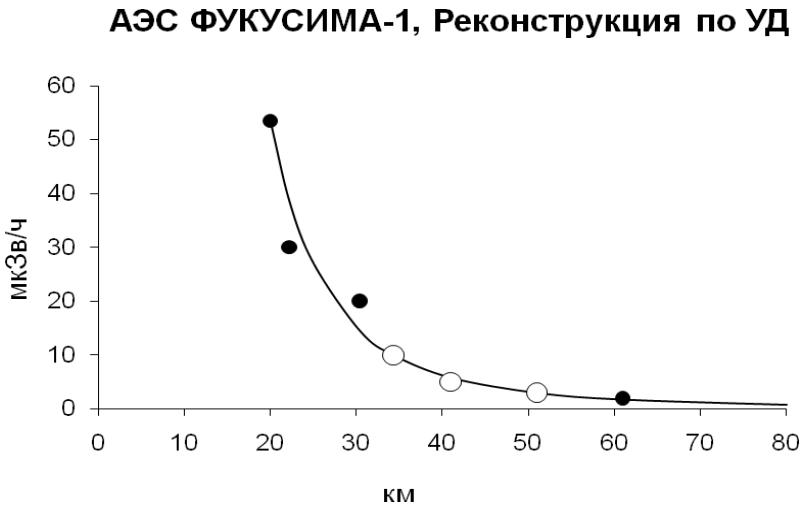
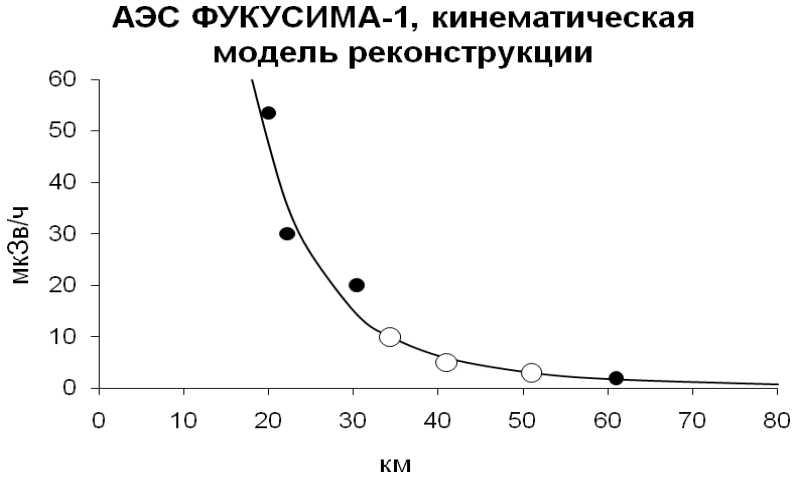


Fig. Airborne gamma-survey, September 1993 ^{137}Cs (mKi/m^2)

VI. Fukushima nuclear power plant - 1



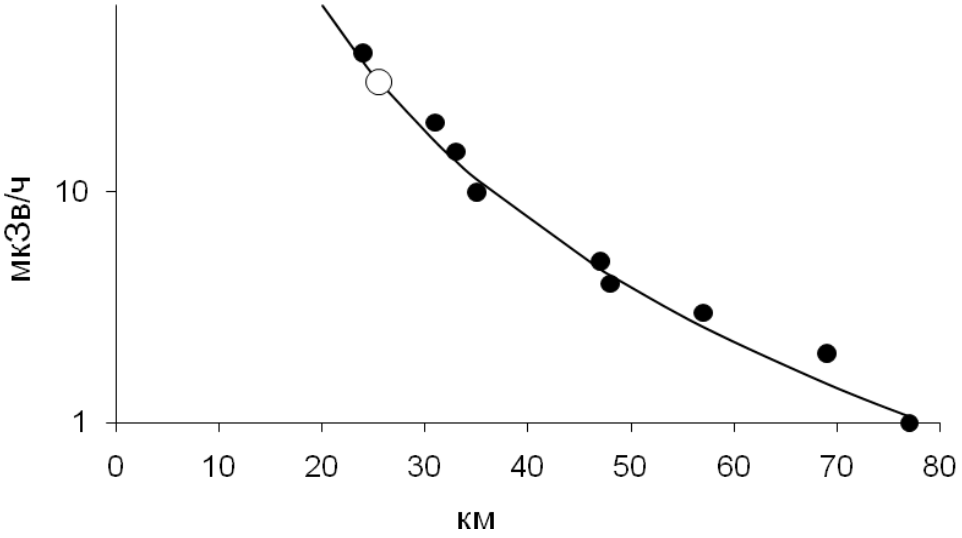


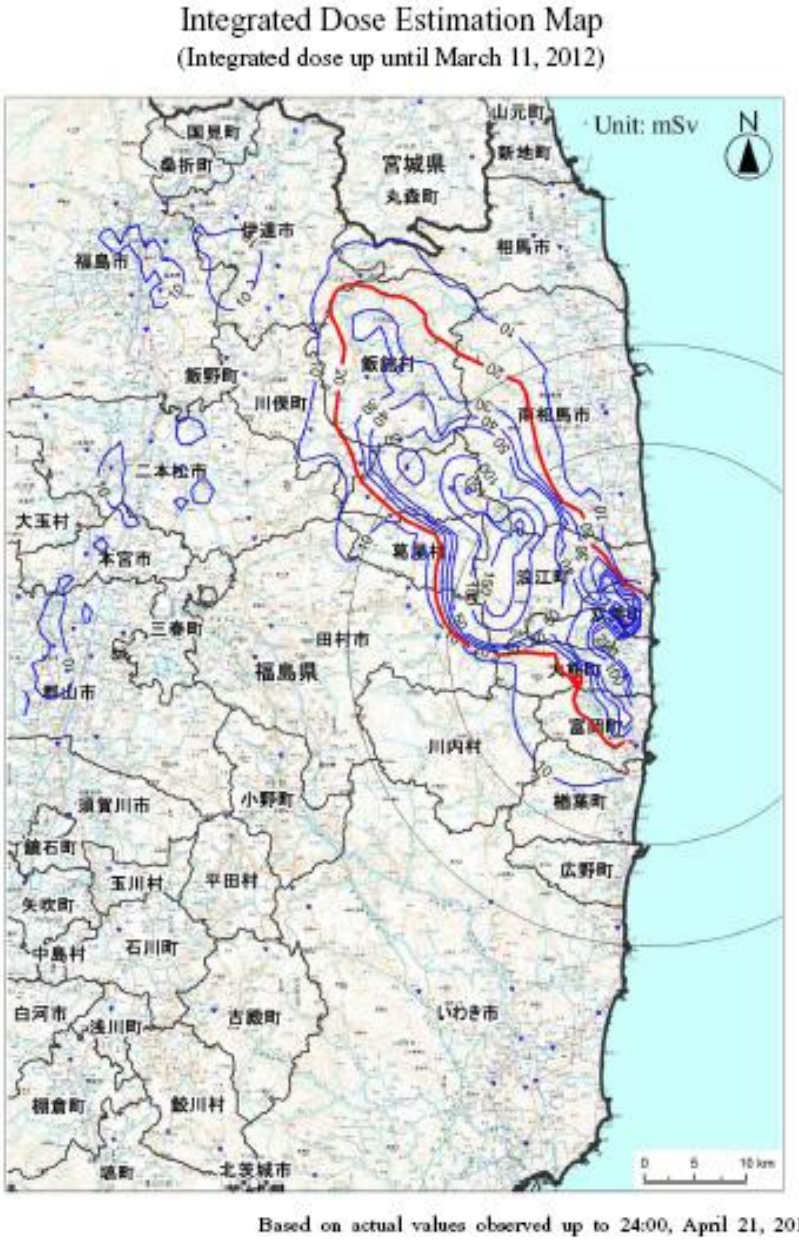


Dose Readings Map (as of April 24, 2011)

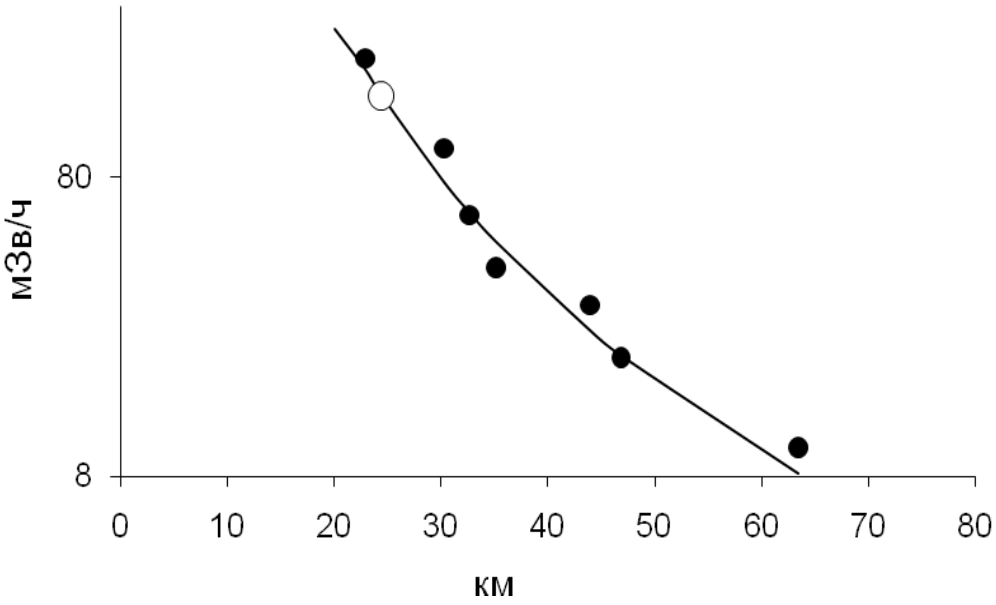
Based on the latest values indicated in the press releases at 10:00 and 13:00, April 24.
Locations monitored previously: Based on the values converted on April 24 using the ratios to the value of Location No.32.

АЭС ФУКУСИМА-1, Реконструкция по УД 24 апреля 2011 г.





АЭС ФУКУСИМА-1, Реконструкция по УД 11 марта 2012 г.



Conclusion

- using the methods of numerical analysis of observational data in the vicinity of several major cities in the south of Western Siberia **quantitative relationships** of regional contamination fields by dust, heavy metals, PAH, changes in the ionic composition set.

- The snow cover is quite reliable **quantitative indicator** of pollution by organic compounds, macro and micro. It can be used to quickly identify areas of **high pollution areas** of the city and its environs.

- For the reconstruction of the axial **polydisperse** impurity concentration in instantaneous point source vicinity the model with a **small number of parameters** was developed, this makes it possible to conduct numerical analysis of observational data across the wake axis. It is based radioactive contamination of territories as a result of accidental releases from emissions of Siberian Chemical Plant and nuclear power Fukushima-1 has been analyzed.

Thanks
for attention