

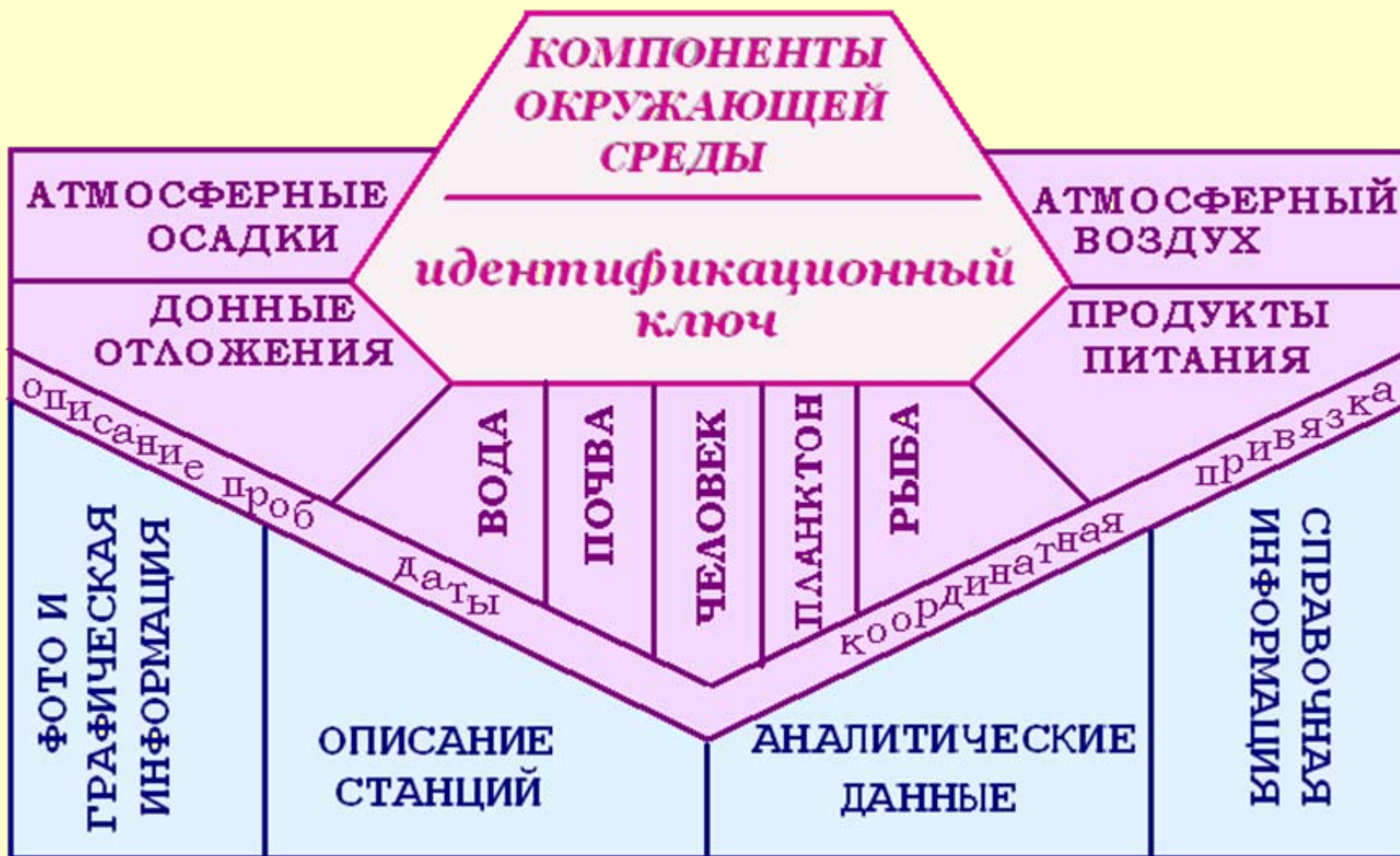
# ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

**Гребенщикова В.И.**

*Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт геохимии  
им. А.П. Виноградова Сибирского отделения  
Российской академии наук*

**Цель исследований** – проследить как  
изменяется химический состав и как  
«откликаются» биогенные и  
абиогенные компоненты  
окружающей среды на техногенное  
загрязнение.

# Структура базы данных «Геохимия окружающей среды Байкальского региона»



# ГОРОДА РОССИИ С НАИБОЛЕЕ НЕБЛАГОПРИЯТНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКОЙ

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. т (за 2010 г.)



Всего по России масса выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в **2010 г.** составила **19,1** млн т, что на **0,1** млн т больше, чем в **2009 г.**

- **Окружающая среда представлена абиотическими и биотическими компонентами.**
- **Основными сопряженными компонентами окружающей среды являются:**  
**коренные породы, почвы, вода, снег, дождь, воздух, растения, продукты питания, животные, человек и др.**

- **Коренные породы (почвоподстилающие породы)** влияют на состав почв, на геохимические особенности поверхностной и подземной воды.
- **Снеговая вода и дожди** в первую очередь оказывают влияние на почву и соответственно на биотические компоненты, в том числе на продукты питания, животных и на человека.

**Почва выполняет барьерные функции на пути миграции химических элементов, как по латерали, так и по вертикали.**

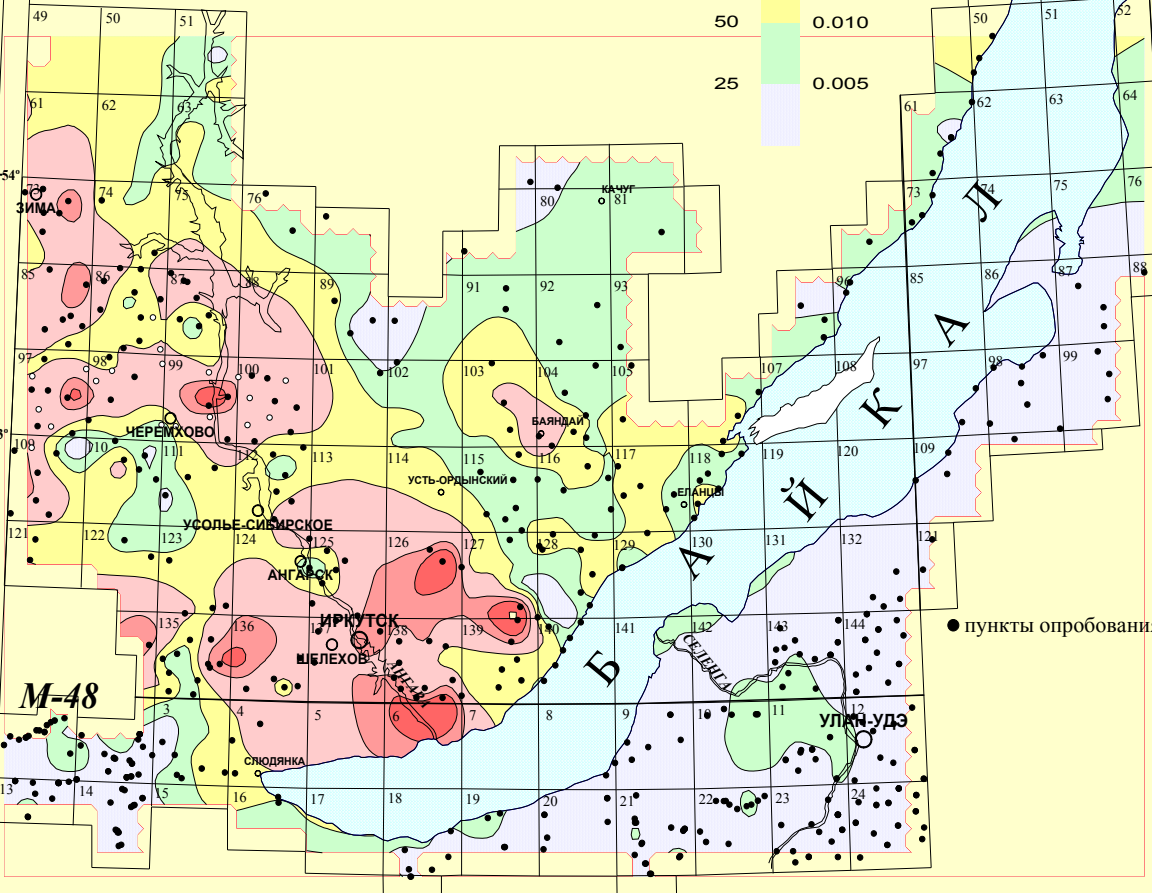
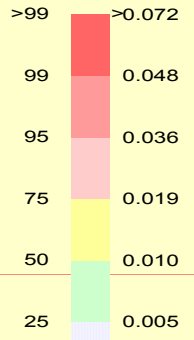
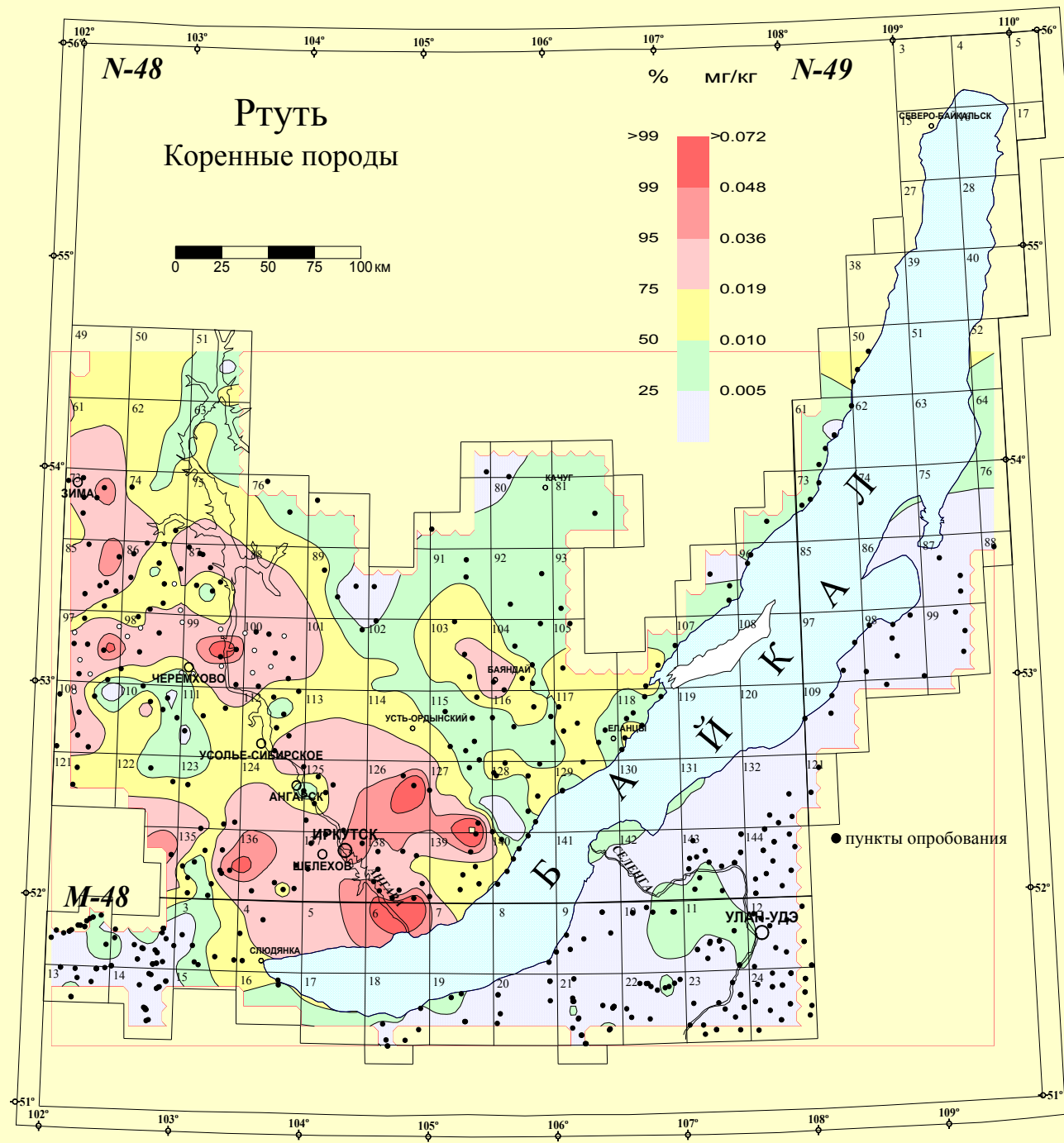
**В почвах городских территорий меняются условия миграции химических элементов, нарушается равновесие между эссенциальными (жизненно необходимыми) и токсичными элементами.**

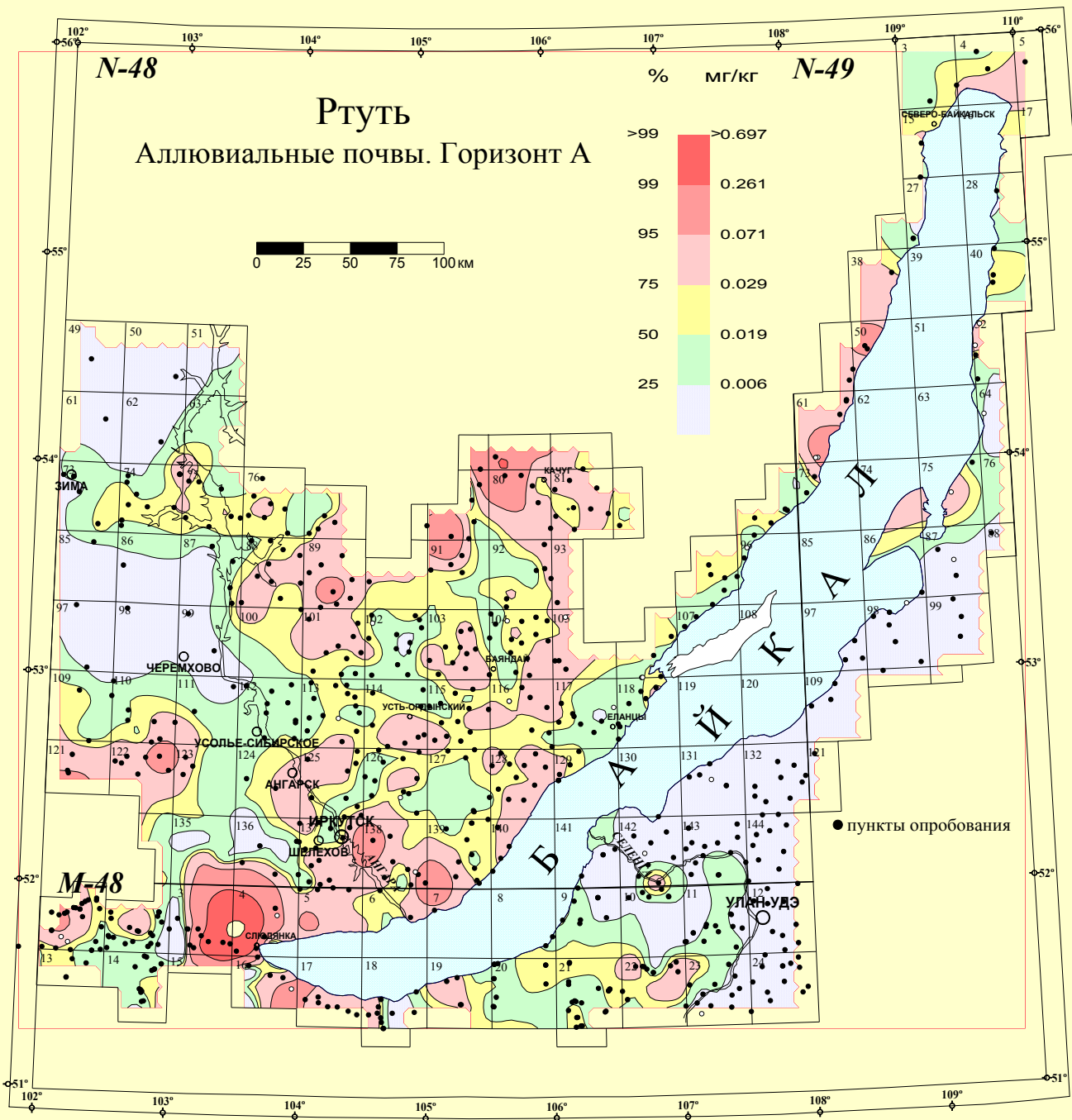
**Содержания элементов, которые фиксируются в почвах в данный момент, в большинстве случаев являются результатом их многолетнего накопления.**

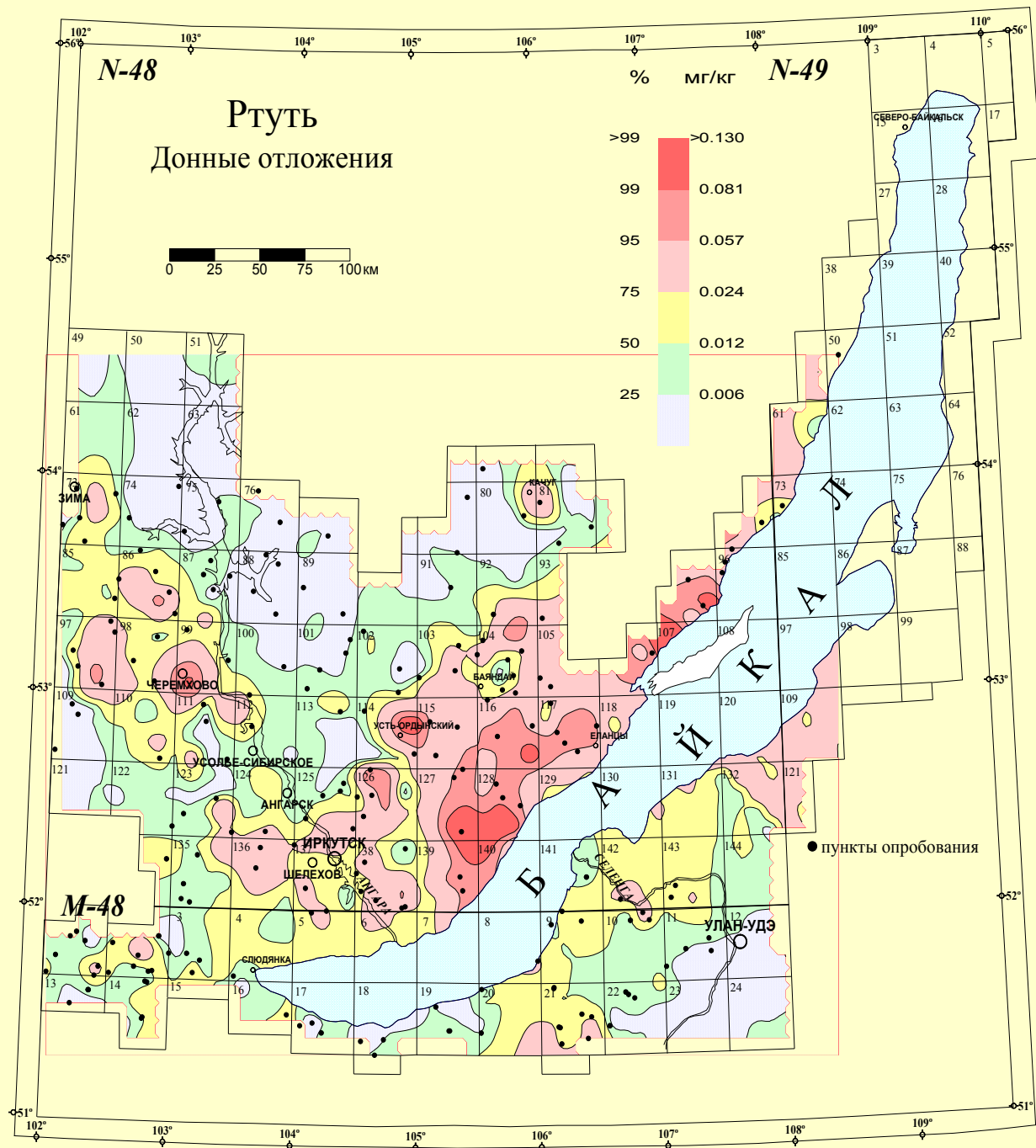
- **Основными источниками загрязнения воды являются стоки очистных городских сооружений и промышленных предприятий. Вода, также как снег и почва, отражает специфику места нахождения изучаемого водотока.**
- **Донные осадки накапливают в себе токсичные элементы, поступающие в основном из сточных вод и представляют многолетние изменения.**
- **Химический состав наземной и водной растительности однозначно свидетельствует о химическом состоянии почв, донных осадков и воды.**

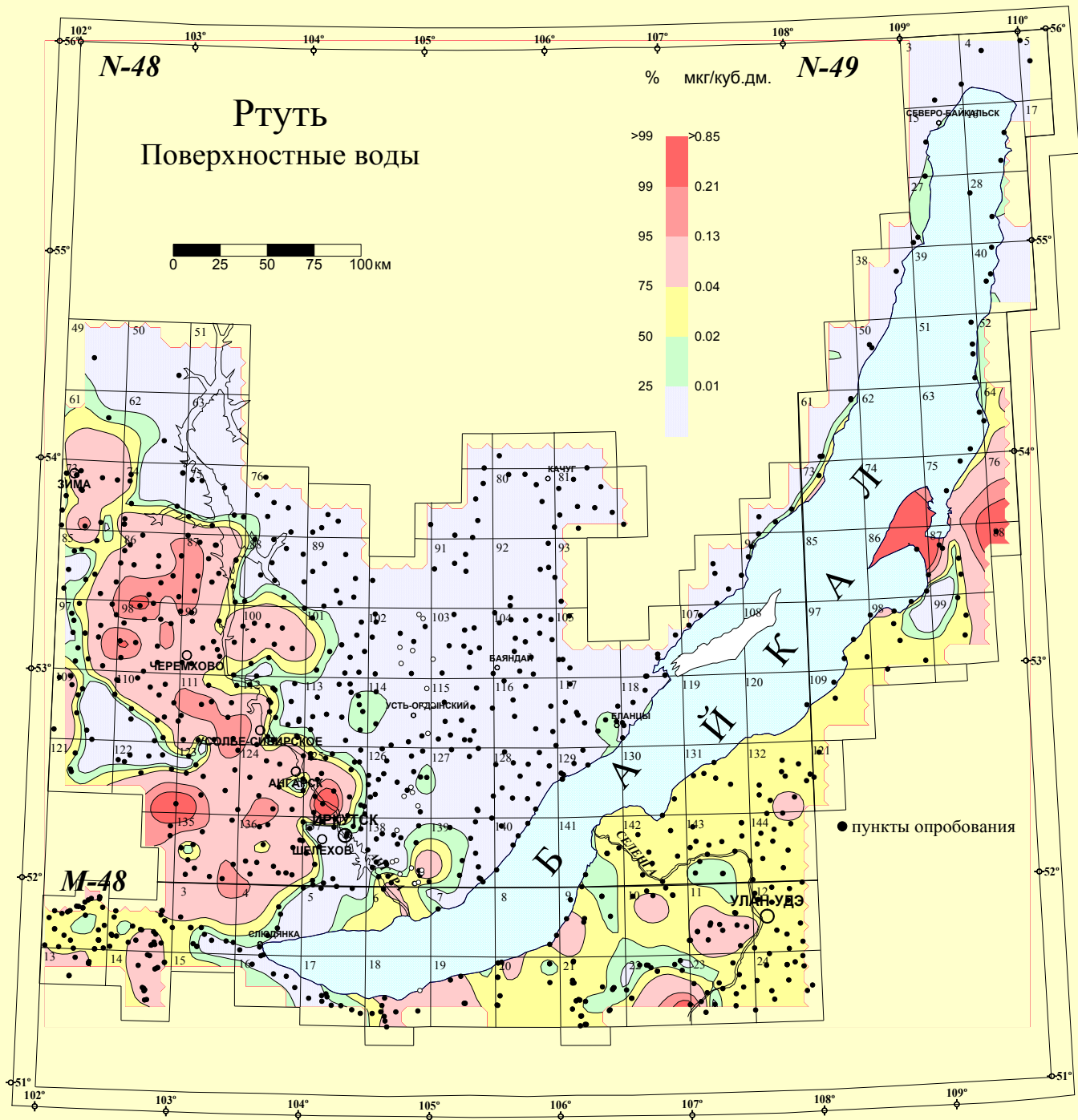


- **Продукты питания** (овощи, рыба, молоко и др.) являются одним из основных источников поступления экотоксикантов в организм человека, при этом нарушается природное равновесие в содержаниях жизненно необходимых элементов.
- Исследуя содержания токсикантов в органах **овощных культур и тканях рыб**, можно получить наиболее объективную биогеохимическую оценку определенной территории. Особенно четко это проявлено на примере накопления **Hg, Pb, Zn, U, As, Cd, Cu, Be, Al, F** и других элементов в местах проживания человека с интенсивным техногенным воздействием.





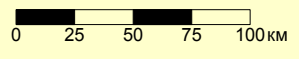




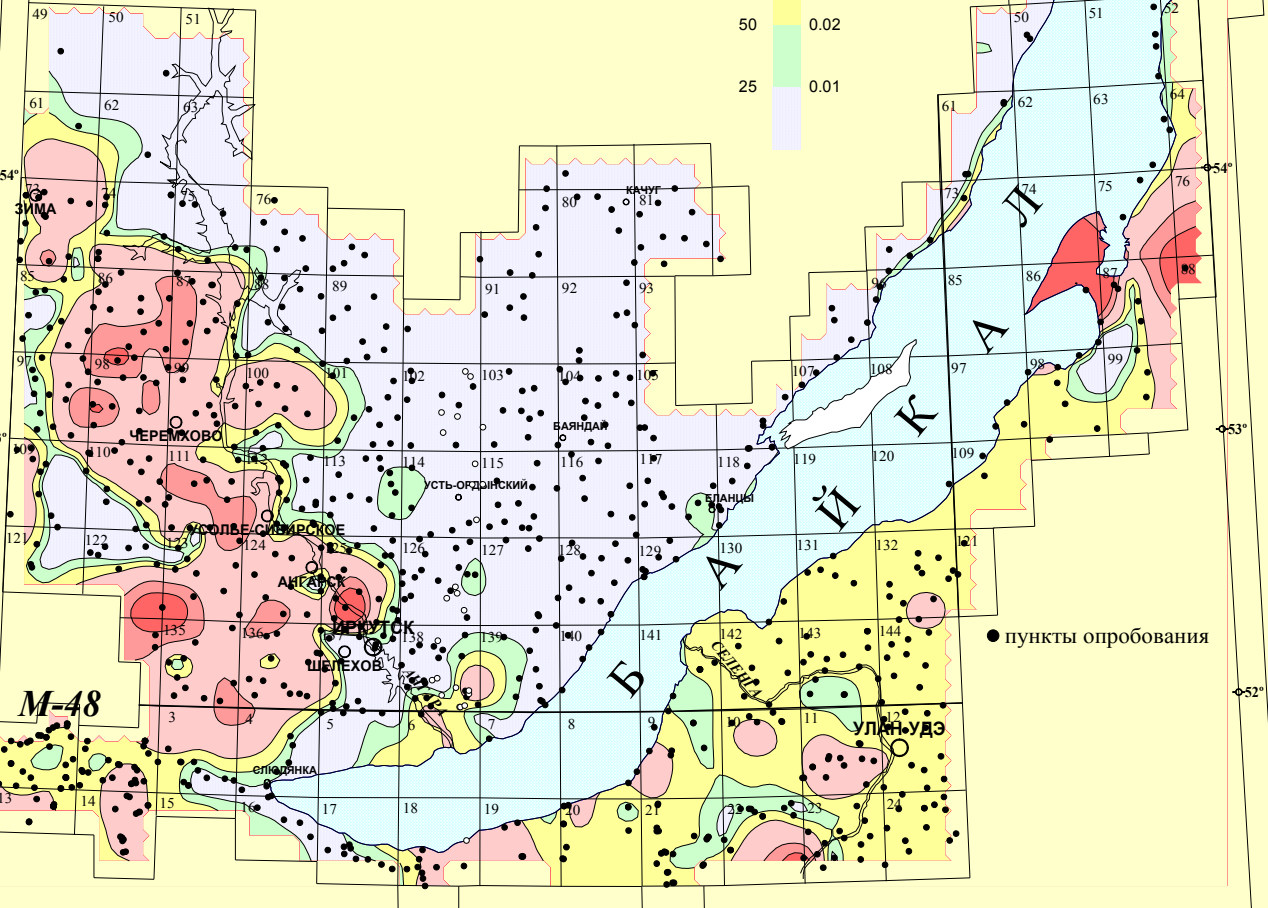
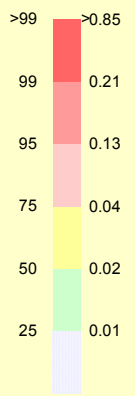
N-48

# Ртуть

## Поверхностные воды

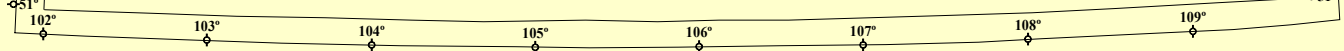


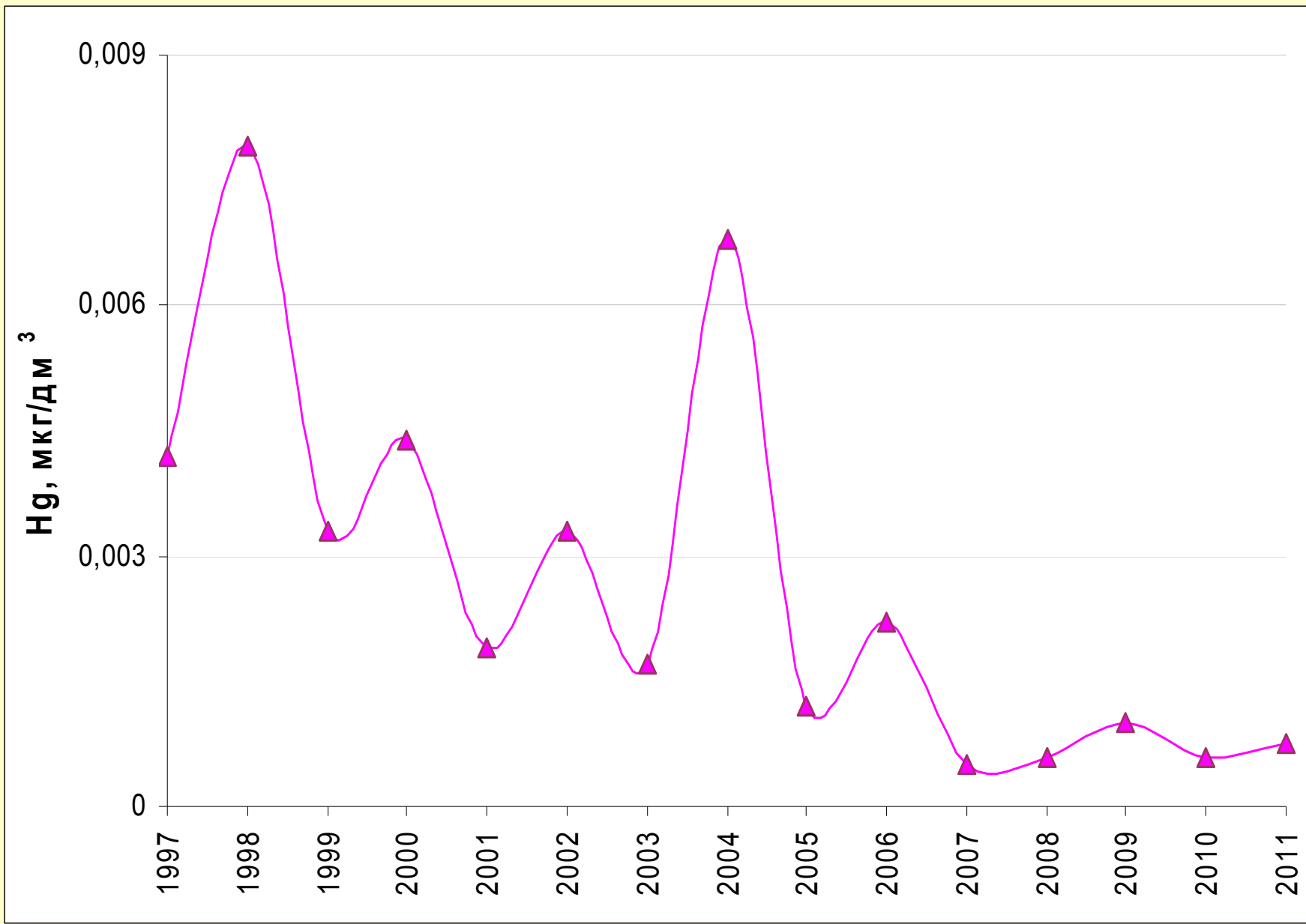
% мкг/куб.дм. N-49



● пункты опробования

M-48





## Содержание в почвах Белозиминского месторождения ниобия, тантала и радиоактивных элементов, мг/кг

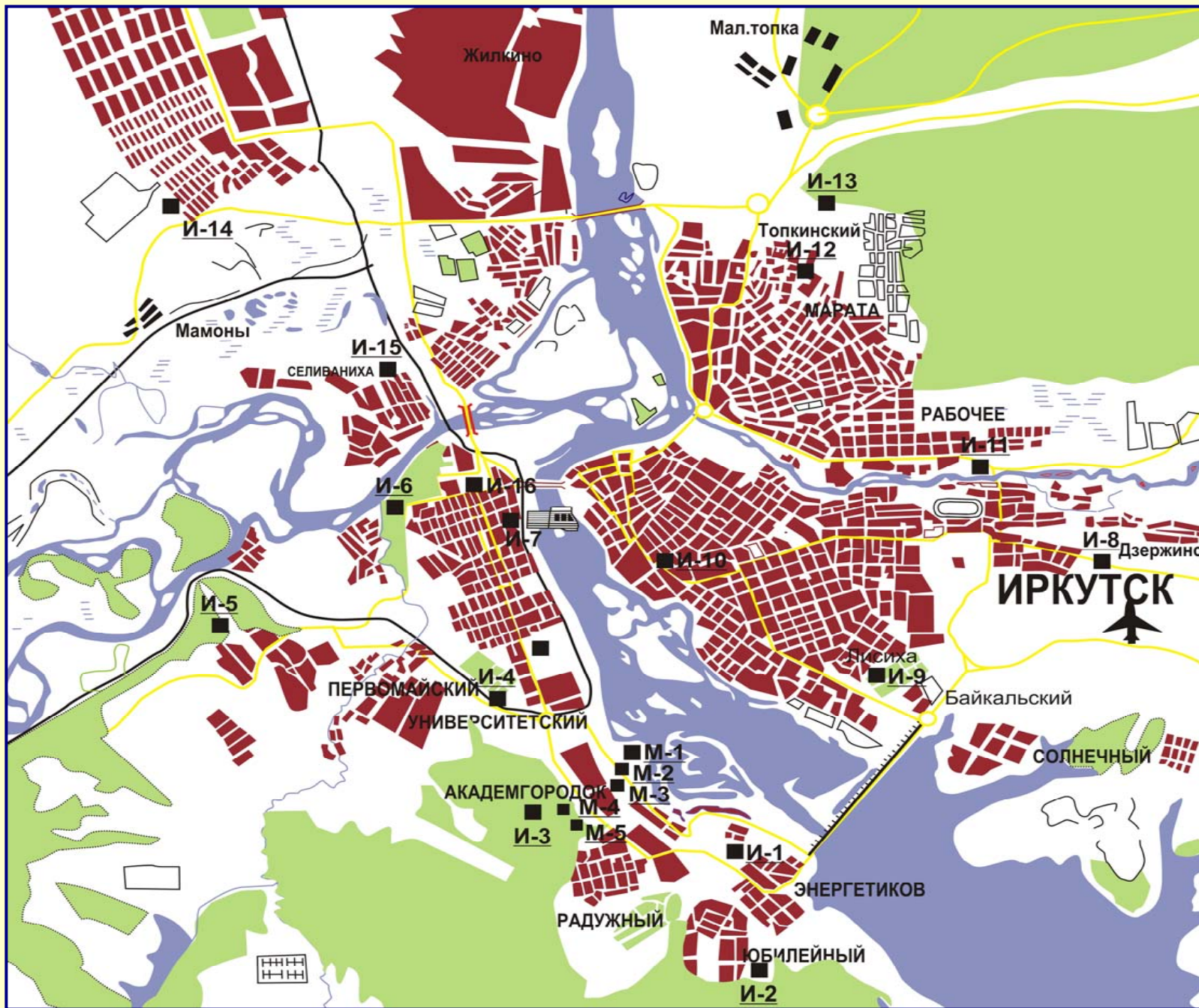
Почвенный горизонт	Nb	Ta	Th	U
Горная дерново-карбонатная выщелоченная почва на делювии карбонатитов				
A <sub>0</sub> (На массу золы)	87	Не опр.	Не опр.	Не опр.
A	1756	96	43	23
AB <sub>m</sub>	1451	90	40	25
B <sub>m</sub>	<b>3198</b>	<b>143</b>	<b>51</b>	24
Аллювиально-луговая				
A	373	< 30	31	6
B	262	< 30	47	9

# Схема опробования снегового покрова городов и поселков Иркутской области

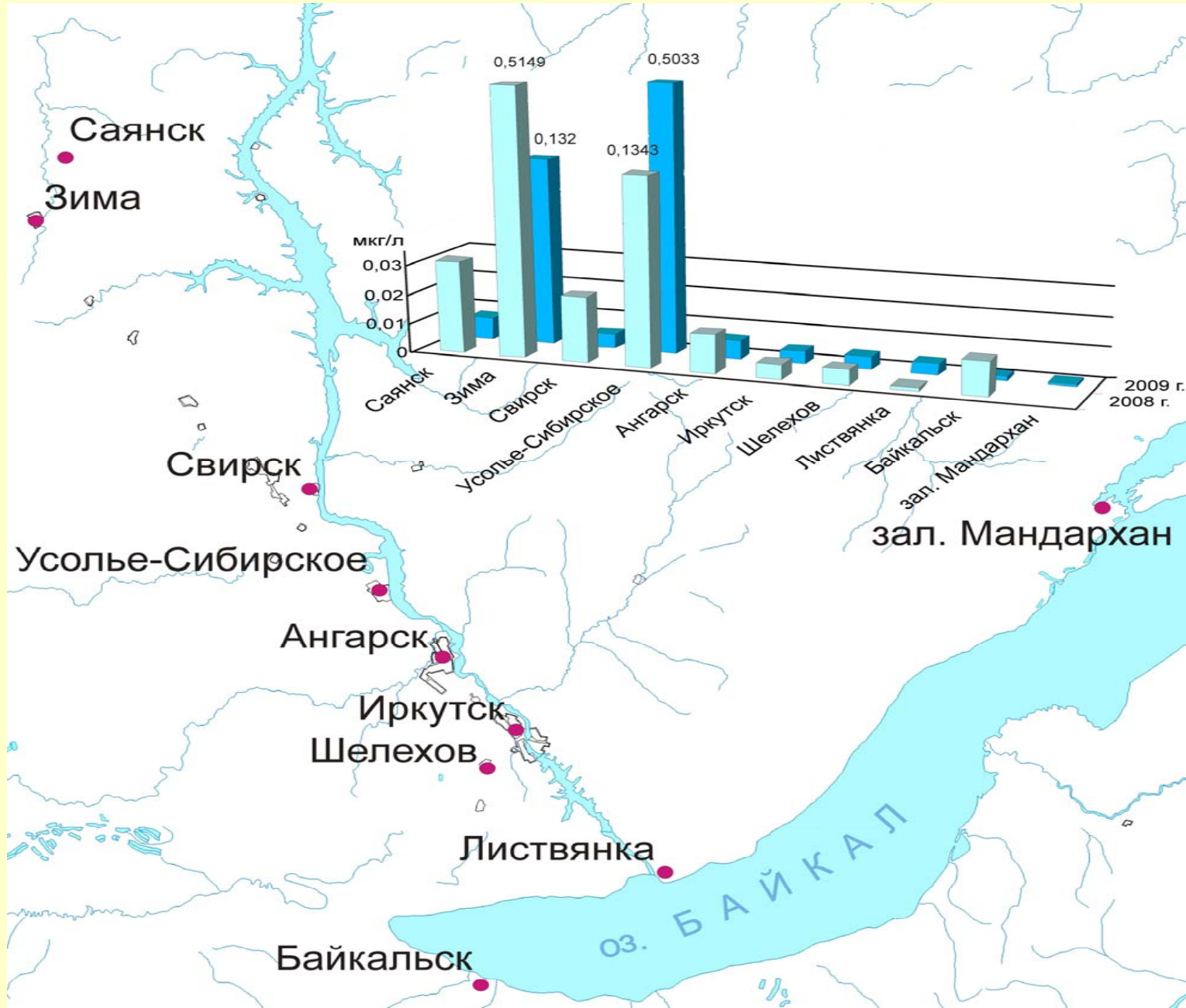




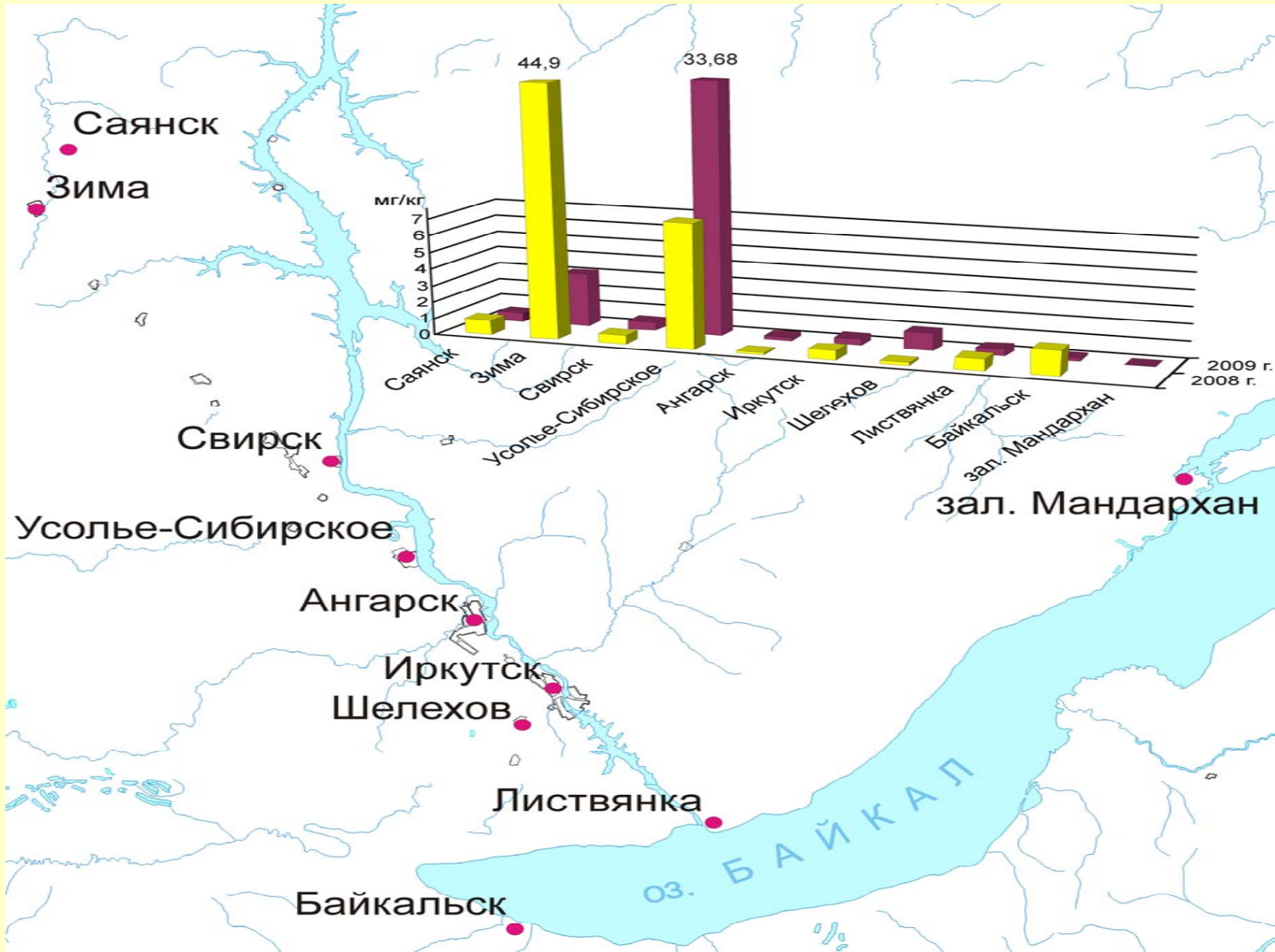
# Схема отбора проб снегового покрова в г. Иркутске



# Содержания Нг в снеговой воде (мкг/л)



# Нг в твердом осадке снега (мг/кг)



## Химический состав и минерализация снеговой воды (медиана) в некоторых объектах Прибайкалья (мг/л)

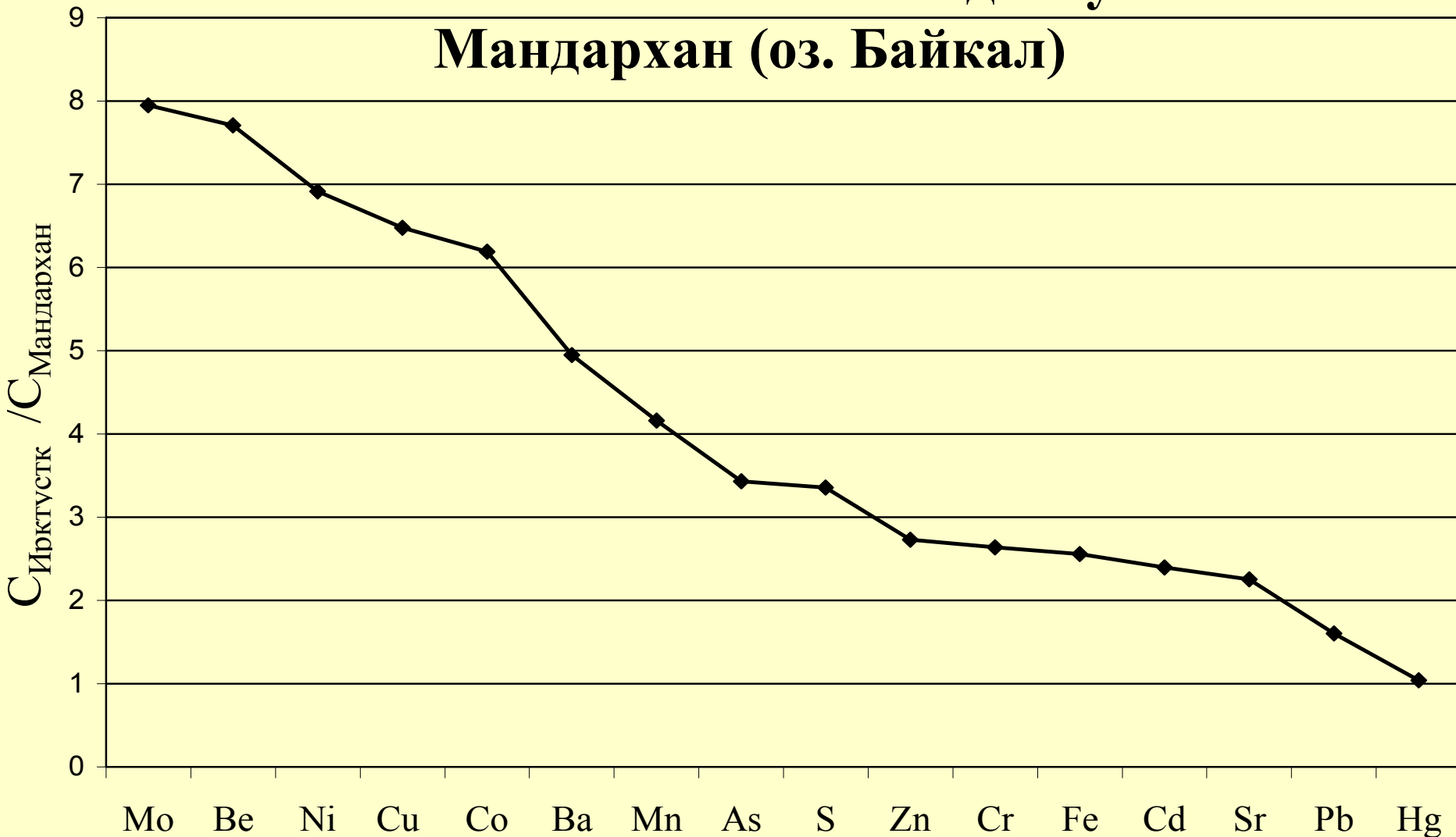
Элемент	Региональ- ный фон в 1992 г. (Пампура и др., 1993)	Иркутск, март 2009 г.	Район заправки на объездной дороге в Академгородке, март 2009 г.	Оз. Байкал (залив Мандархан), март 2009 г.
pH	5,48	6,40	6,90	6,35
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,86	8,42	45,38	6,22
Cl <sup>-</sup>	0,68	2,38	254,07	0,51
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,37	8,90	35,00	2,20
F <sup>-</sup>	0,14	0,38	0,45	0,06
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,20	1,24	1,21	1,05
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,01	0,07	0,87	0,03
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,09	0,58	1,48	0,05
K <sup>+</sup>	0,08	0,53	7,65	0,16
Na <sup>+</sup>	0,17	2,26	168,90	0,34
Ca <sup>2+</sup>	0,70	4,00	19,50	1,90
Mg <sup>2+</sup>	0,11	0,91	2,04	0,30
Минер-я	6,36	29,67	536,55	12,82
Кол-во проб		21	1	4

# Микроэлементный состав снеговой воды (медиана) некоторых объектов Прибайкалья (мкг/л)

Элемент	Региональный фон в 1992 г. (Пампура и др., 1993; Покатилов, 2006)	Иркутск, март 2009 г.	Район заправки на объездной дороге в Академгородке, март 2009 г.	Оз. Байкал (залив Мандархан), март 2009 г.
<b>Ba</b>		<b>40</b>	<b>70</b>	<b>8</b>
<b>Sr</b>		<b>27</b>	<b>101</b>	<b>12</b>
<b>Be</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>
<b>Al</b>		<b>83</b>	<b>233</b>	<b>28</b>
<b>Fe</b>	<b>74</b>	<b>49</b>	<b>238</b>	<b>19</b>
<b>Cd</b>	<b>0,12</b>	<b>0,1</b>	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>
<b>Mn</b>	<b>15</b>	<b>36</b>	<b>111</b>	<b>9</b>
<b>Cu</b>	<b>3,5</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>1</b>
<b>Mo</b>	<b>0,068</b>	<b>0,7</b>	<b>1,7</b>	<b>0,09</b>
<b>As</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>	<b>1,7</b>	<b>0,24</b>
<b>Ni</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>	<b>3,1</b>	<b>0,4</b>
<b>Pb</b>	<b>0,51</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>
<b>Co</b>	<b>0,5</b>	<b>0,77</b>	<b>0,97</b>	<b>0,12</b>
<b>Cr</b>	<b>2,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>
<b>Zn</b>	<b>11,4</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>15</b>
<b>S</b>		<b>3152</b>	<b>16582</b>	<b>939</b>
<b>Th</b>		<b>0,01</b>	<b>0,16</b>	<b>0,01</b>
<b>U</b>		<b>0,04</b>	<b>0,35</b>	<b>0,02</b>
<b>Hg</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,0013</b>	<b>0,0028</b>	<b>0,0013</b>
<b>Кол-во проб</b>		<b>21</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

# Сравнительный тренд микроэлементного состава снеговой воды г. Иркутска относительно снеговой воды бухты

## Мандархан (оз. Байкал)



*Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове  
г. Иркутска и его окрестностей, мг/кг*

Параметр	Cd	Hg	Pb	Zn
Класс опасности	1			
Предел колебаний (мин/макс)	0,05- <b>11,5</b>	0,0029- <b>2,675</b>	8,8- <b>180</b>	37- <b>895</b>
Среднее содержание	0,3	0,095	31,5	124,2
Условный фон*	0,2	0,027	23	96
Региональный фон [Гребенщикова и др., 2008]	-	0,02	10	91
Кларк в почве [Виноградов, 1957]	0,5	0,01	10	50
ПДК [Предельно допустимые..., 2006]	-	2,1 (2)	32 (45)	-
ОДК [Ориентировочно допустимые..., 2006]	0,5-2 (3)	-	32-130 (3)	55-220 (14)

(3) – количество проб выше ПДК или ОДК.

\* – условный фон рассчитан на основании анализов 200 проб почв по г. Иркутску и его окрестностей.

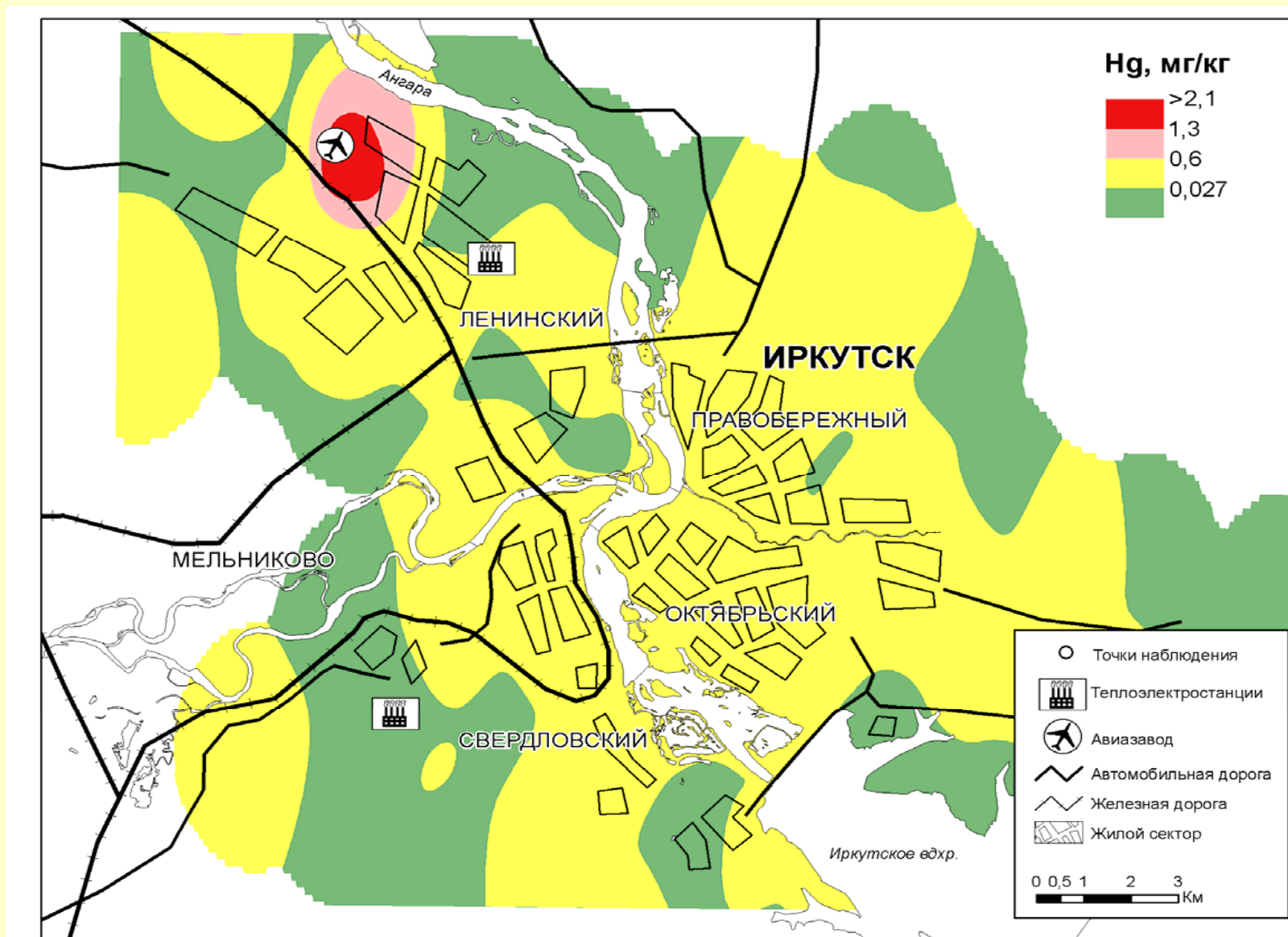
# Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове различных функциональных зон на территории г. Иркутска и его окрестностей, мг/кг

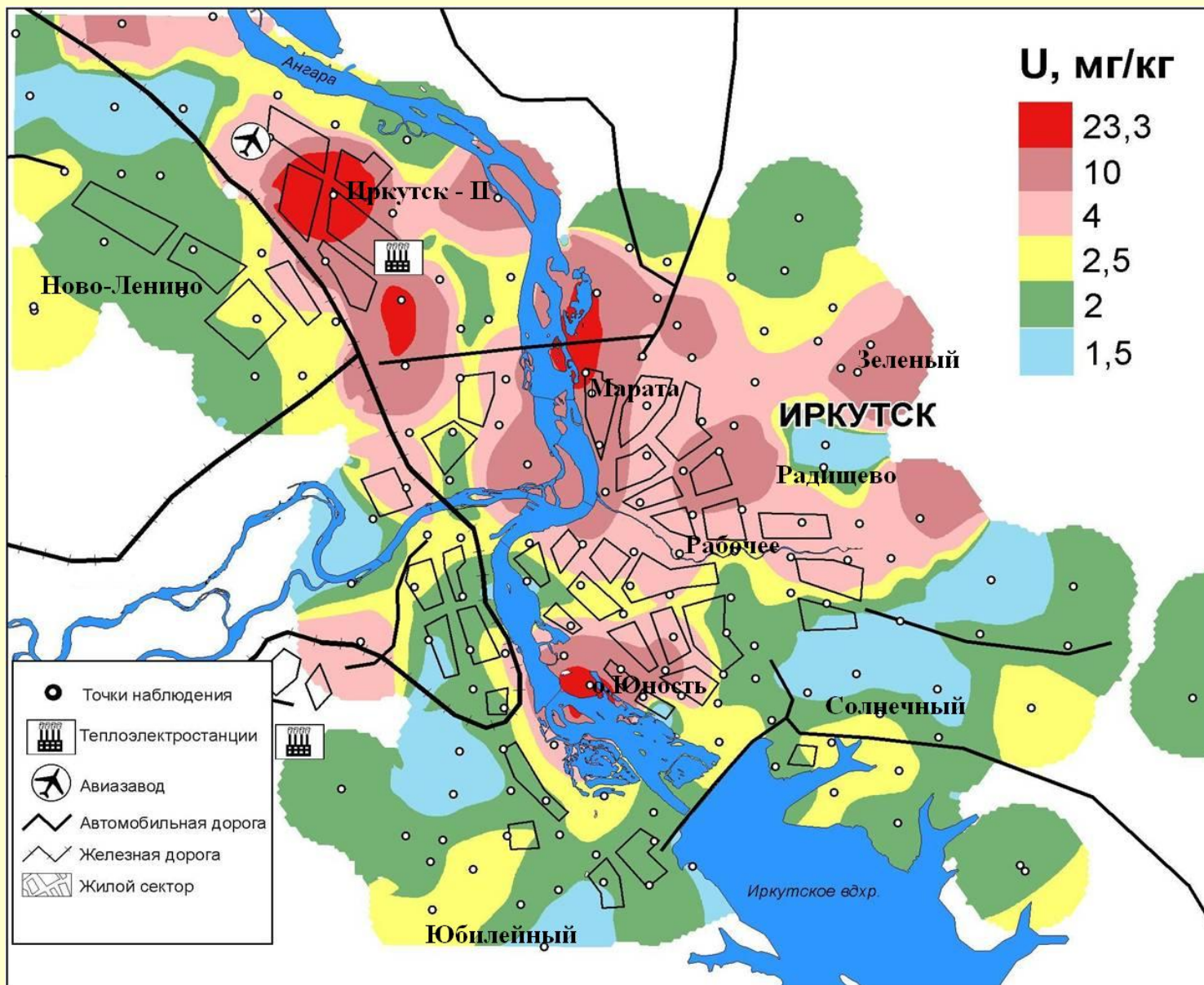
Элемент	Промышленная (36 проб)	Селитебная (99 проб)	Рекреационная (32 пробы)	Сельскохозяйственная (27 проб)	ПДК	ОДК
Cd	$\frac{0,1-11,5}{0,7}$	$\frac{0,05-2,03}{0,3}$	$\frac{0,07-0,47}{0,17}$	$\frac{0,08-0,37}{0,15}$	-	0.5-2
Hg	$\frac{0,0029-2,68}{0,22}$	$\frac{0,0029-0,52}{0,06}$	$\frac{0,007-0,233}{0,06}$	$\frac{0,01-1,77}{0,10}$	2.1 (2)	-
Pb	$\frac{13-160}{38,5}$	$\frac{14-180}{34,6}$	$\frac{15-55}{22}$	$\frac{8,8-26}{20,99}$	32 (45)	32-130
Zn	$\frac{44-670}{149,1}$	$\frac{50-600}{131,5}$	$\frac{46-1100}{127,8}$	$\frac{37-130}{87,78}$	-	55-220

Примечание: в числителе представлены предельные значения, в знаменателе - среднее арифметическое.



# Распределение валового содержания $\text{Hg}$ в почвах и почвогрунтах г. Иркутска, мг/кг.

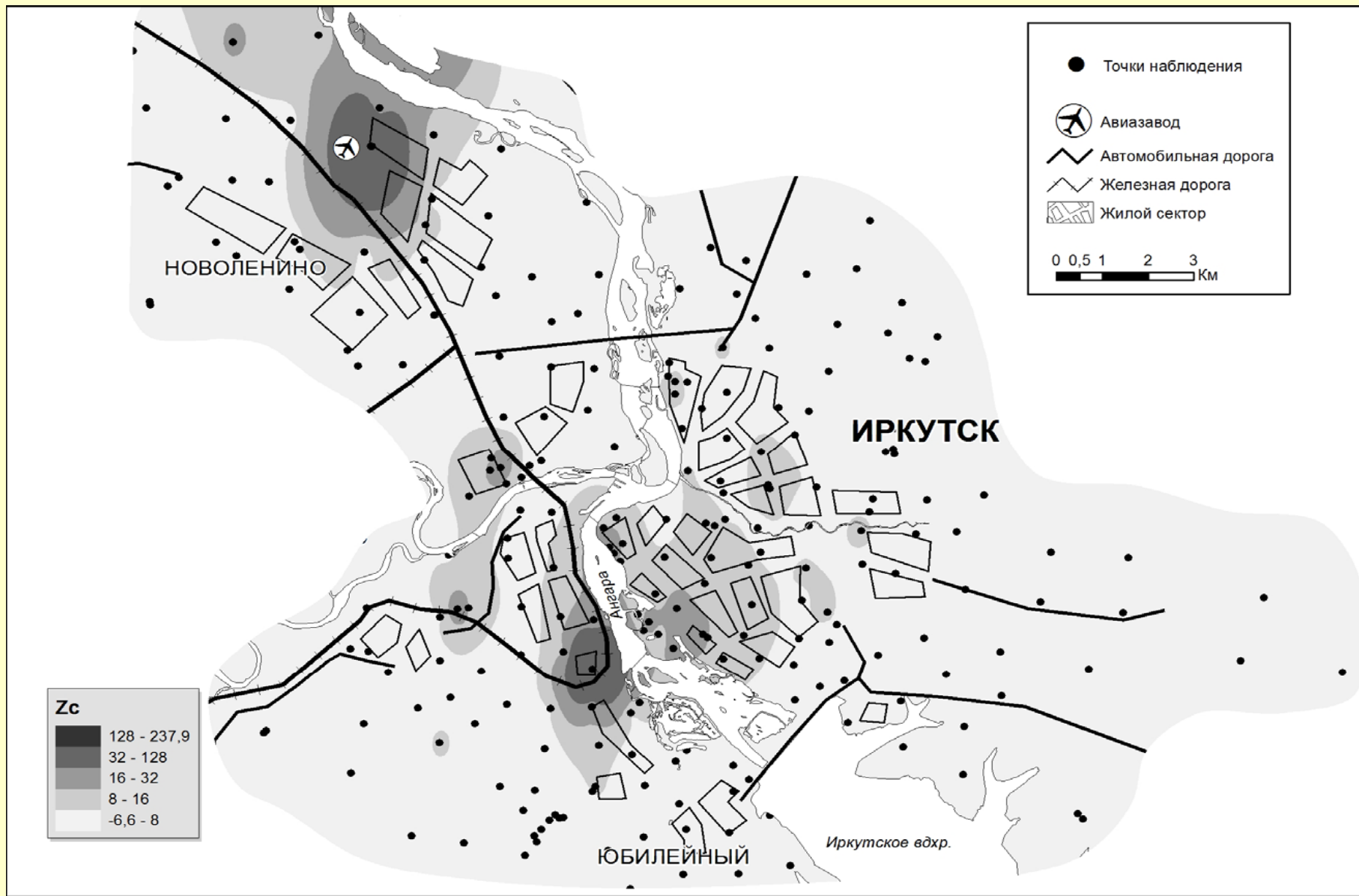




# Распределение валового содержания Рb в почвах г. Иркутска и его окрестностей



# Карта-схема размещения суммарного коэффициента загрязнения в почвах г. Иркутска и его окрестностей



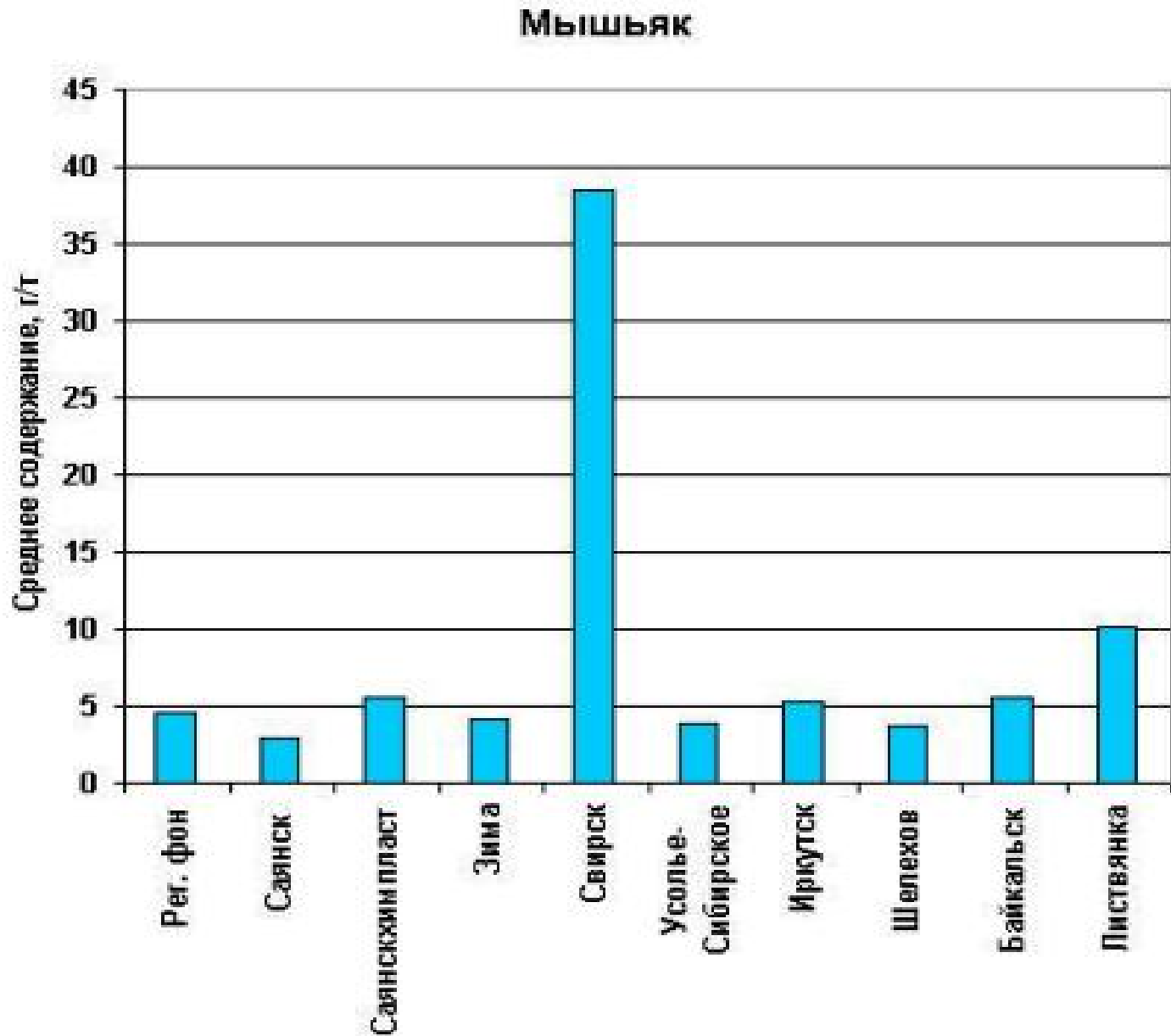
***Содержание урана и тория в поверхностном горизонте  
городских почв и почв окружения Иркутска, мг/кг***

<b>Параметр</b>	<b>Городская почва</b>		<b>Природная почва</b>	
Общее число отобранных проб	150		38	
	U	Th	U	Th
Максимальное содержание	23,3	27,44	3,06	11,60
Минимальное содержание	0,5	5,3	0,5	2,9
Среднее содержание	3,11	9,28	1,85	9,27
Локальный фон*	2,1	8,9	1,8	9,3

# Отвалы и здания мышьякового завода в г. Свирске

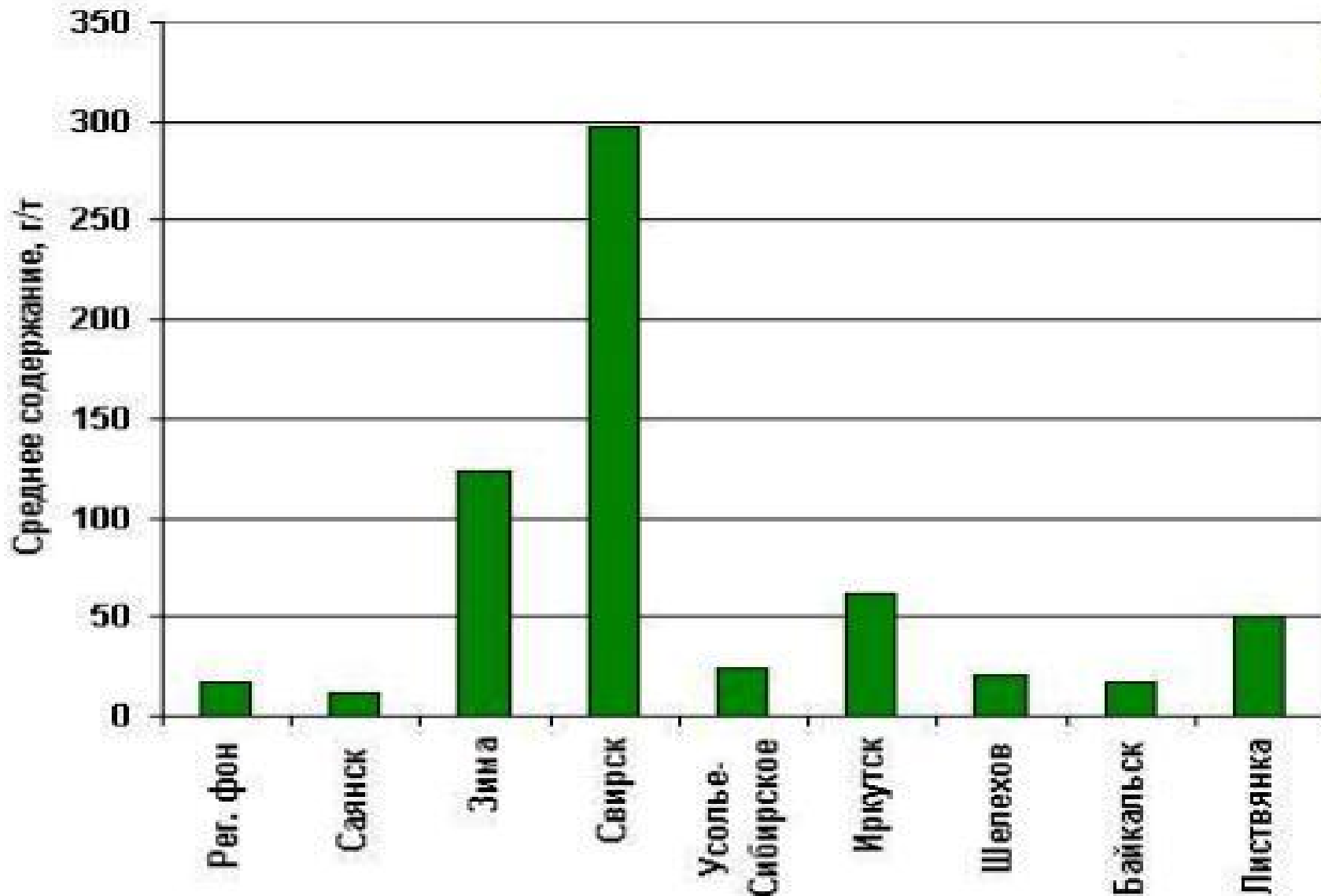


# As в почвах Иркутской области



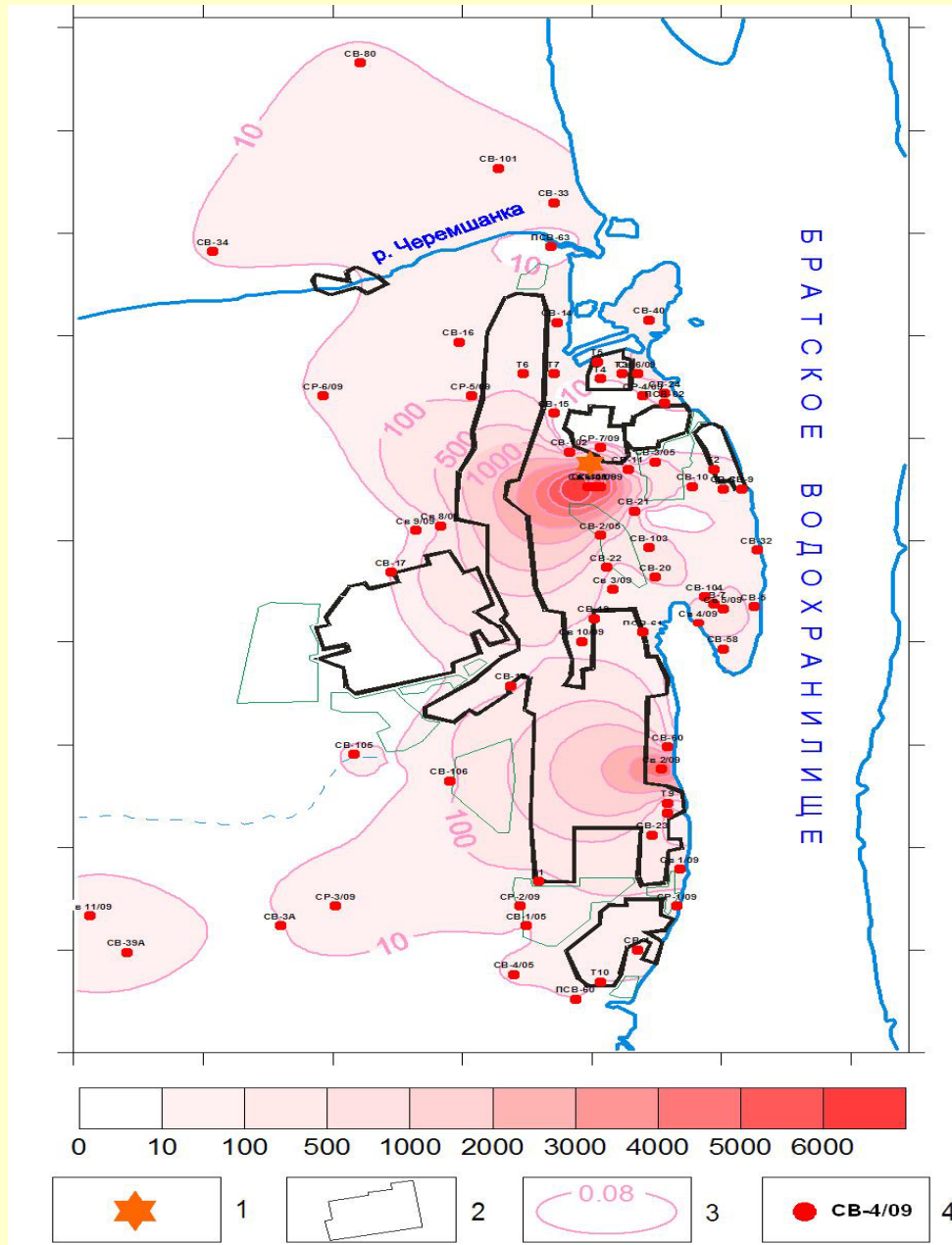
# Рb в почвах Иркутской области

## Свинец

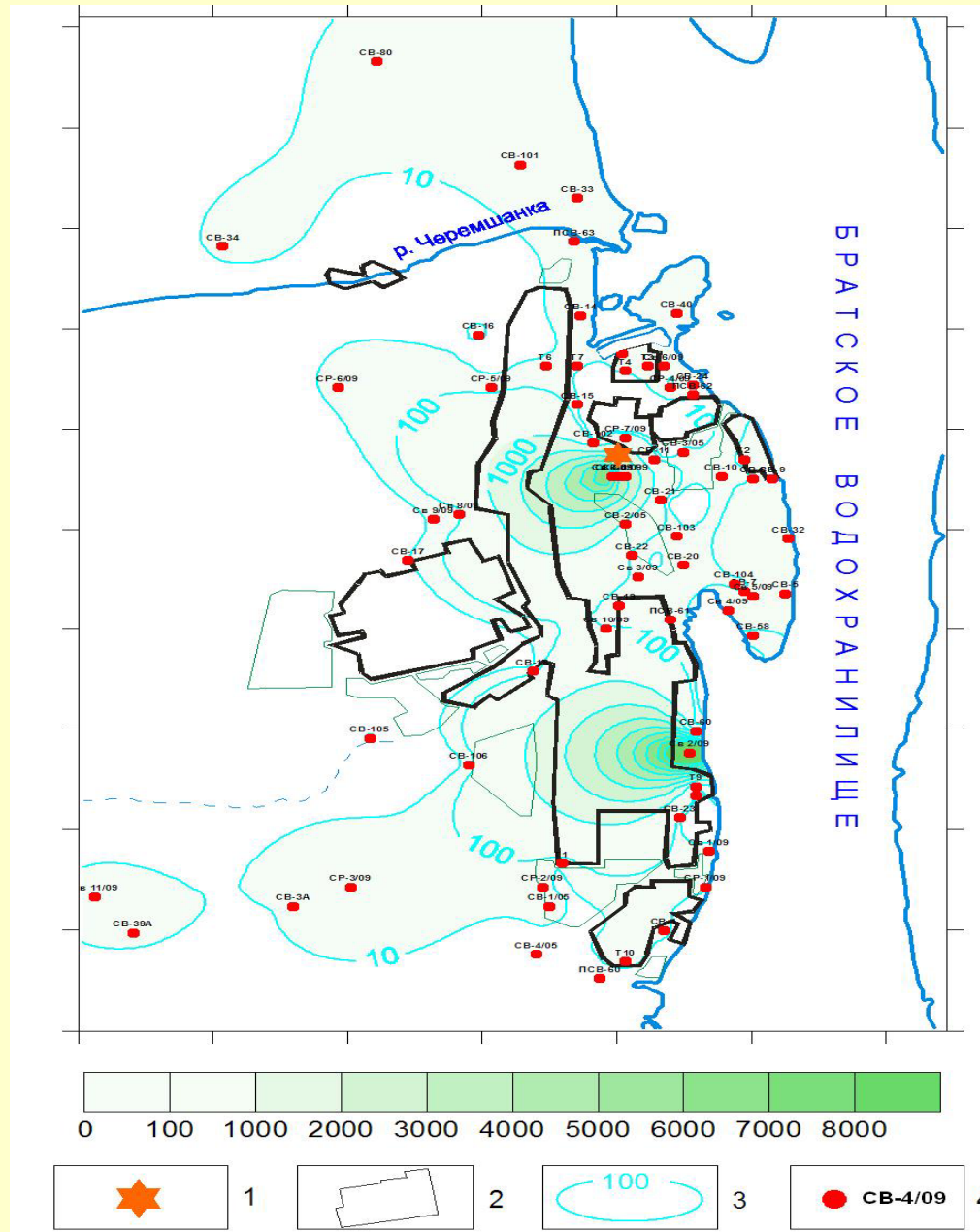




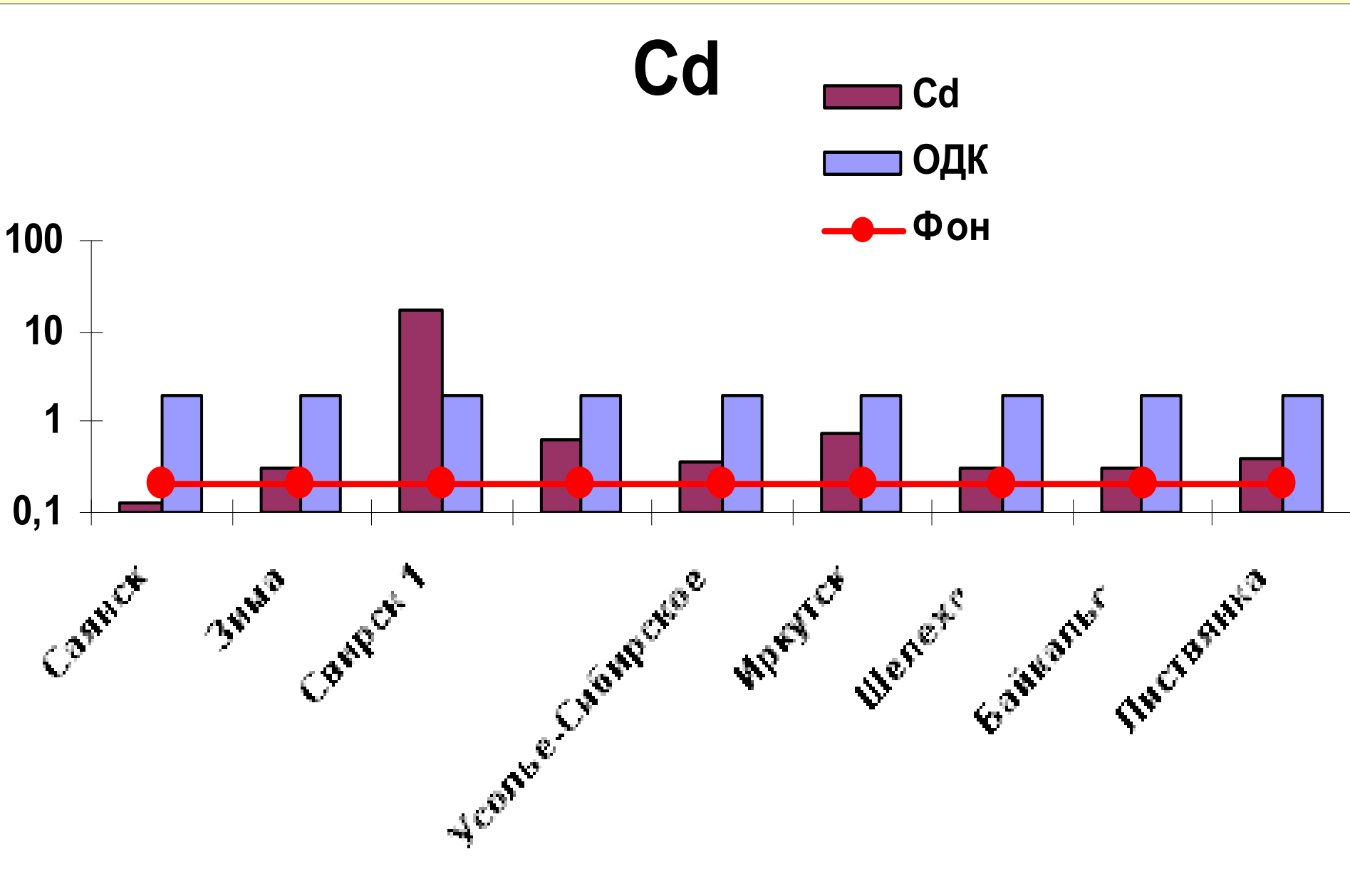
# Распределение содержаний мышьяка в почвах г. Свирск, мг/кг (ОДК для As 2-10 мг/кг).



# Распределение содержаний свинца в почвах г. Свирска, мг/кг (ОДК для Pb 32-130 мг/кг).

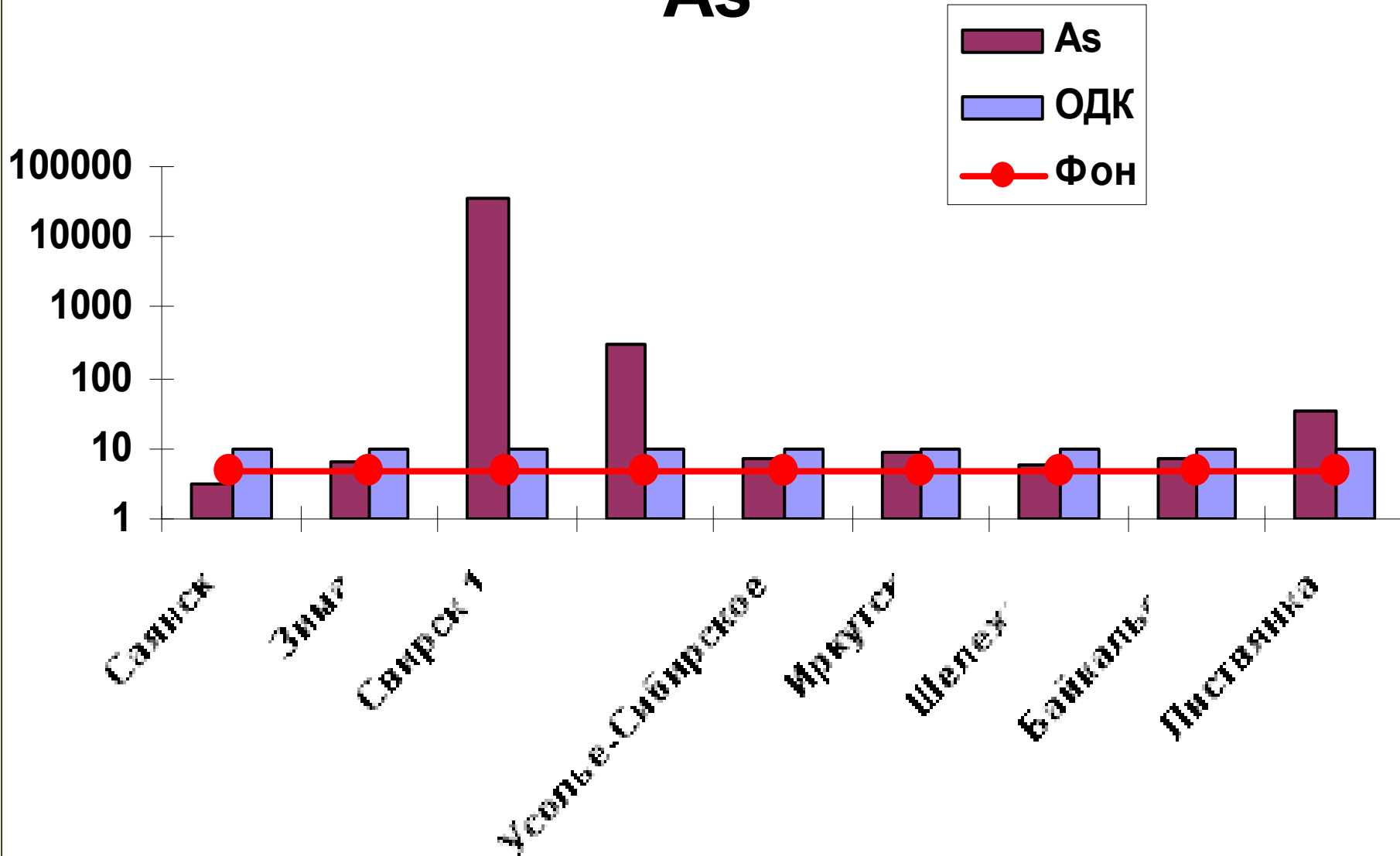


# Содержание Cd в почвах, мг/кг

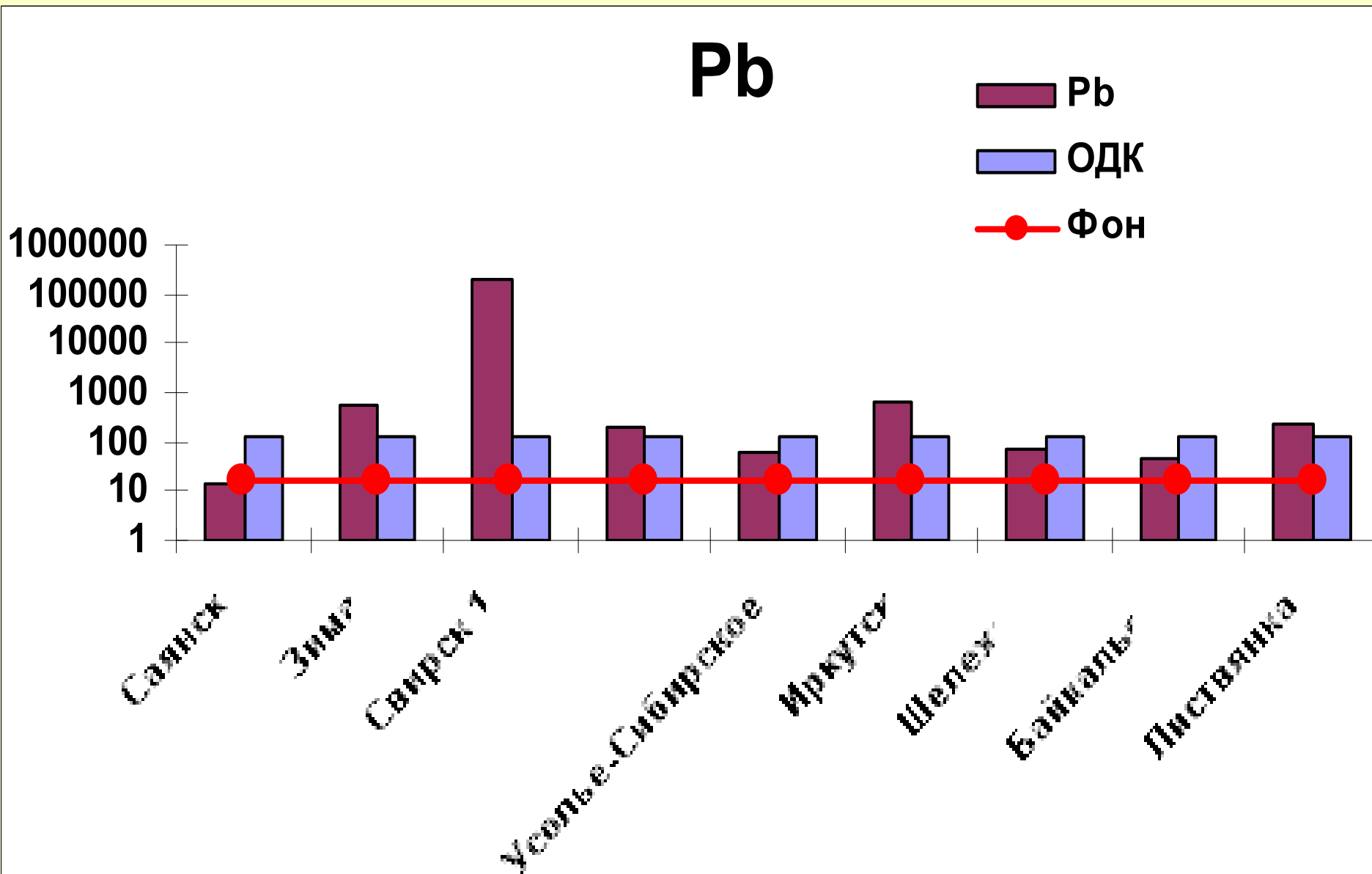


# Содержание As в почвах, мг/кг

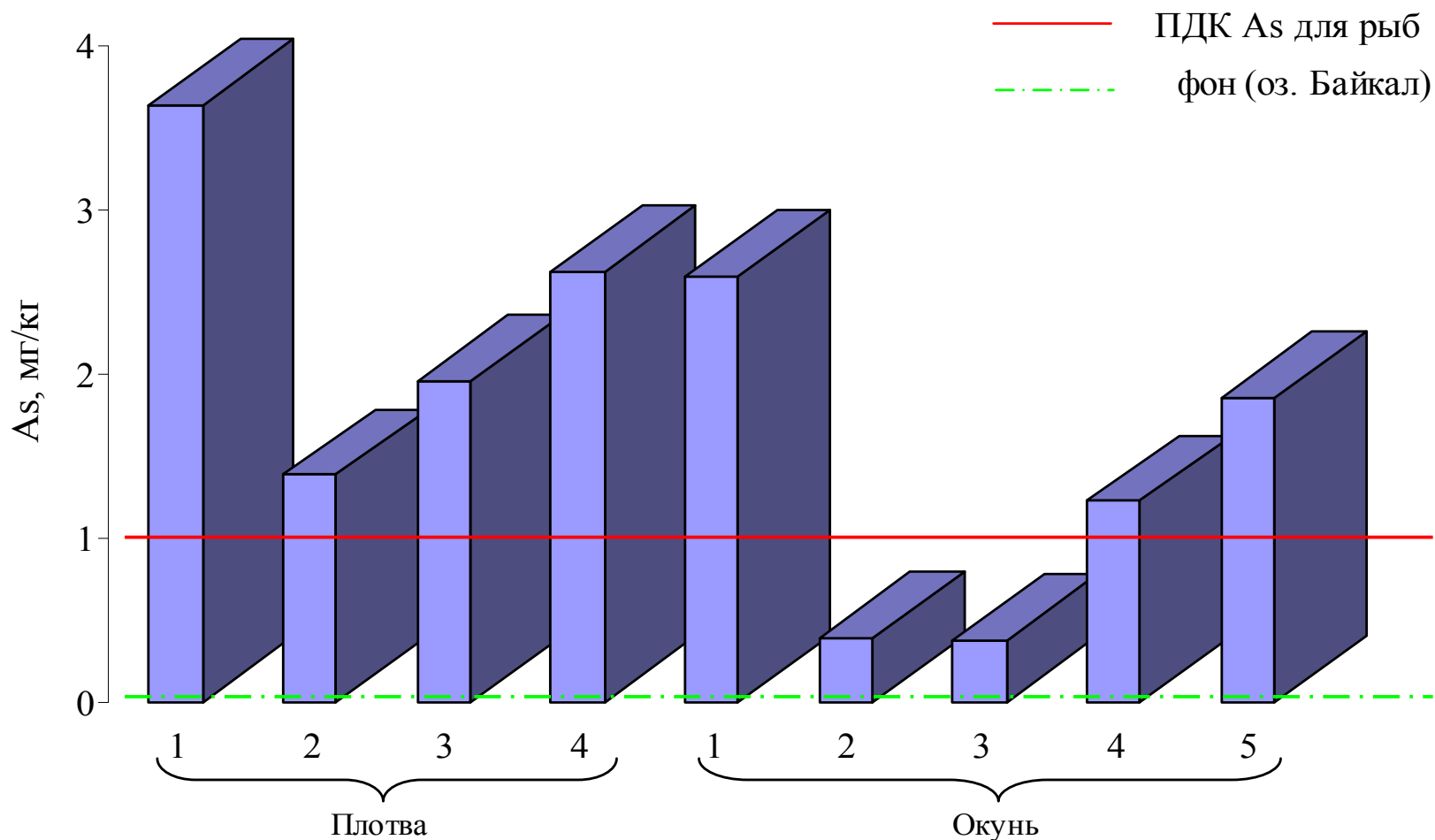
## As



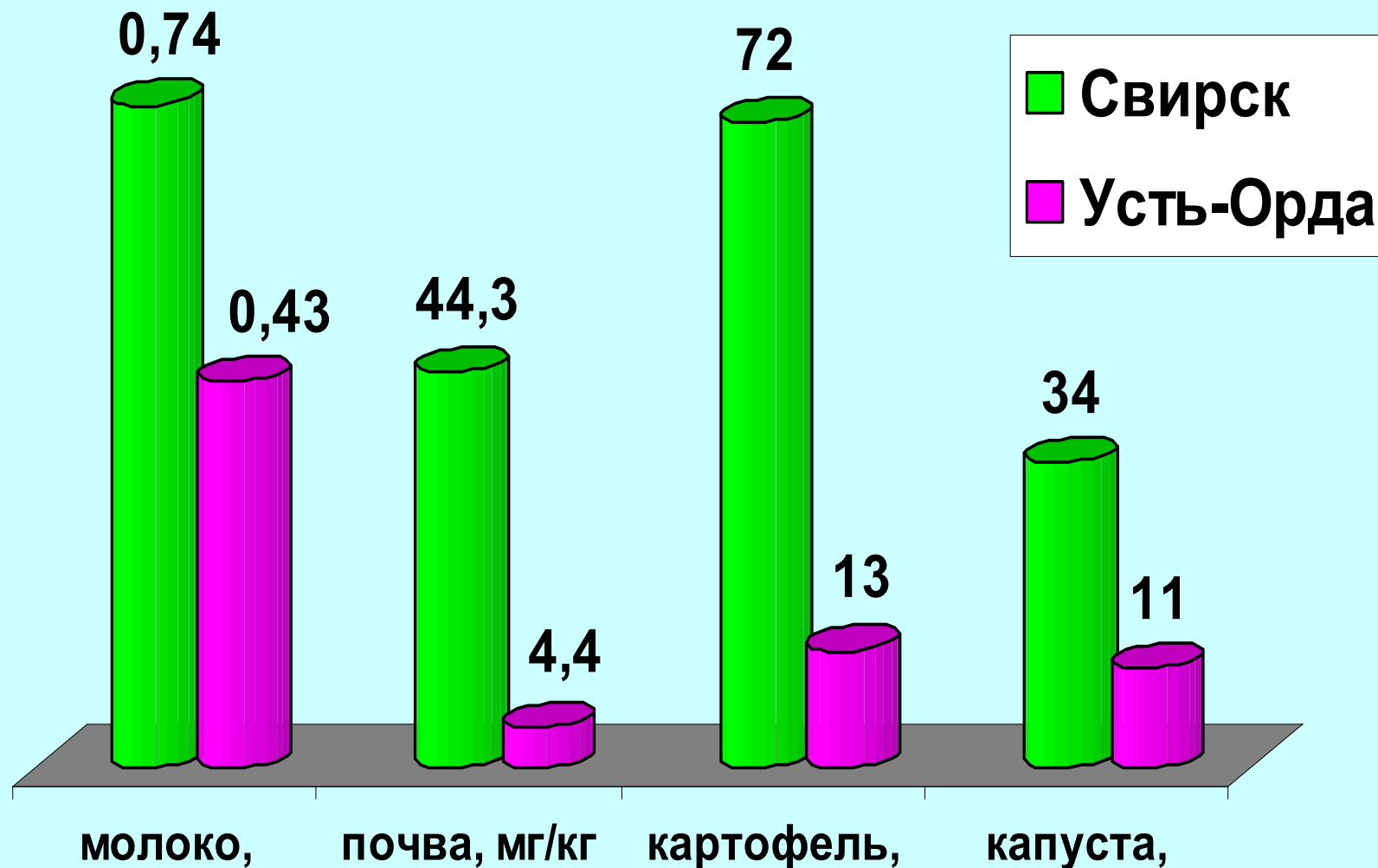
# Содержания Pb в почвах, мг/кг



# Содержание мышьяка в мышечной ткани плотвы и окуня верхней части Братского водохранилища (район г. Свирск).



**Сравнительная характеристика распределения мышьяка в почве и продуктах питания г. Свирска и п. Усть–Орда (молоко – мкг/л, картофель и капуста – мкг/кг).**

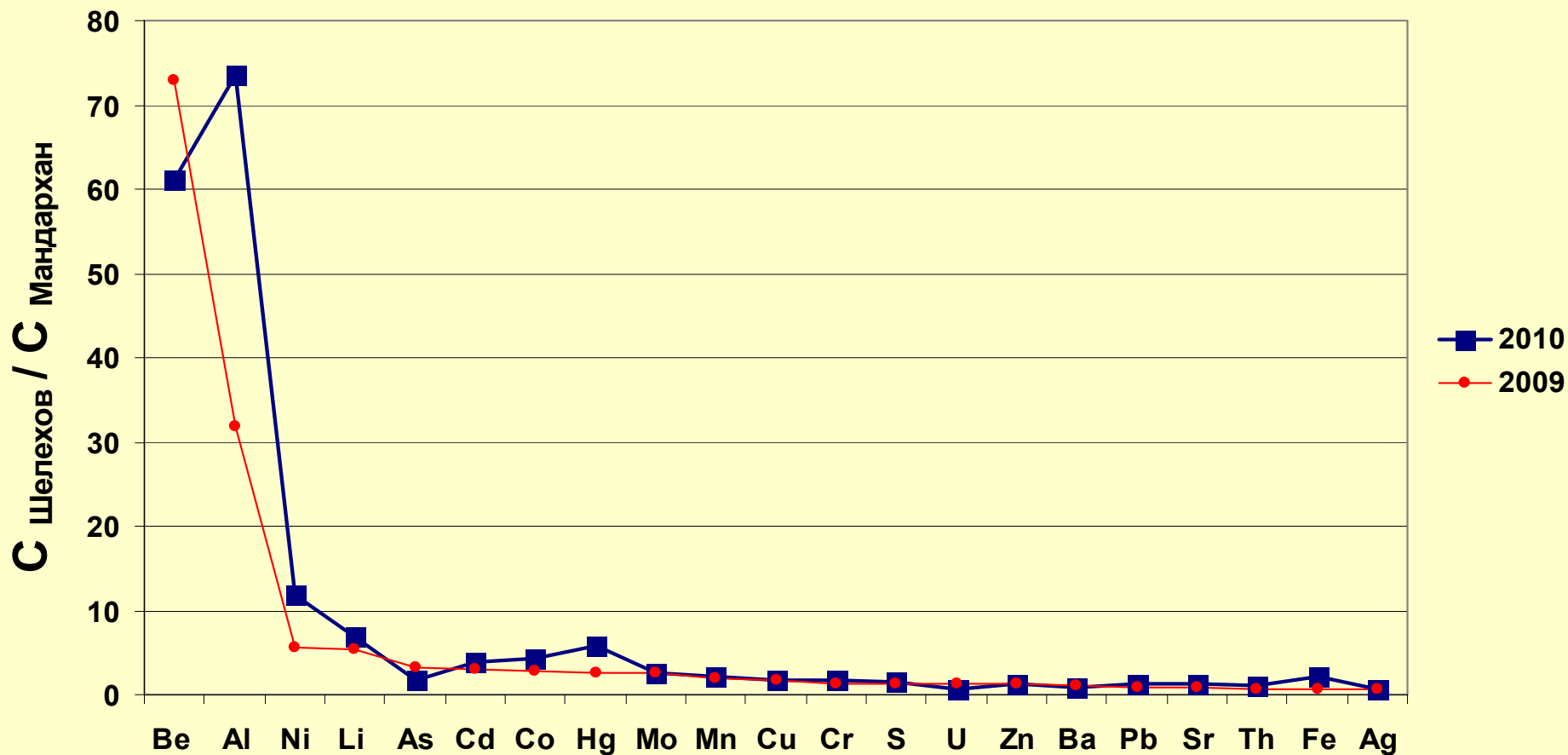


# Содержание элементов в снеговой воде

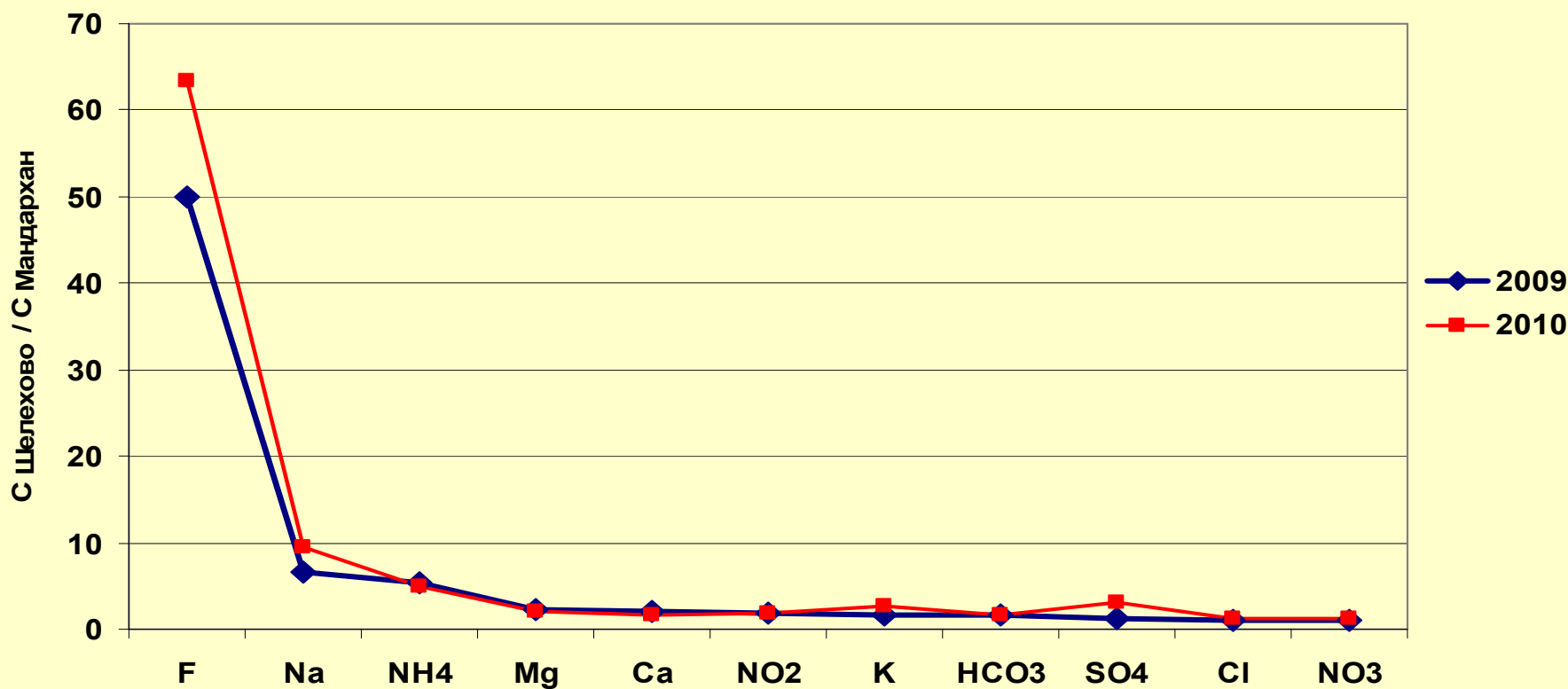
Элемент	г. Шелехов	п. Веденщина	Бухта Мандархан
Li, мкг/дм <sup>3</sup>	<b>13,0</b>	0,55	0,57
Be, мкг/дм <sup>3</sup>	<b>1,12</b>	0,074	0,012
Al, мкг/дм <sup>3</sup>	<b>7730</b>	260	44,9
F, мг/дм <sup>3</sup>	<b>23,5</b>	0,30	0,06



# Сравнительный тренд микроэлементного состава снеговой воды г. Шелехово относительно снеговой воды бухты Мандархан (оз. Байкал) в 2009–2010 г.г.



# Сравнительный тренд макроэлементного состава снеговой воды г. Шелехово относительно снеговой воды бухты Мандархан (оз. Байкал) в 2009–2010 г.



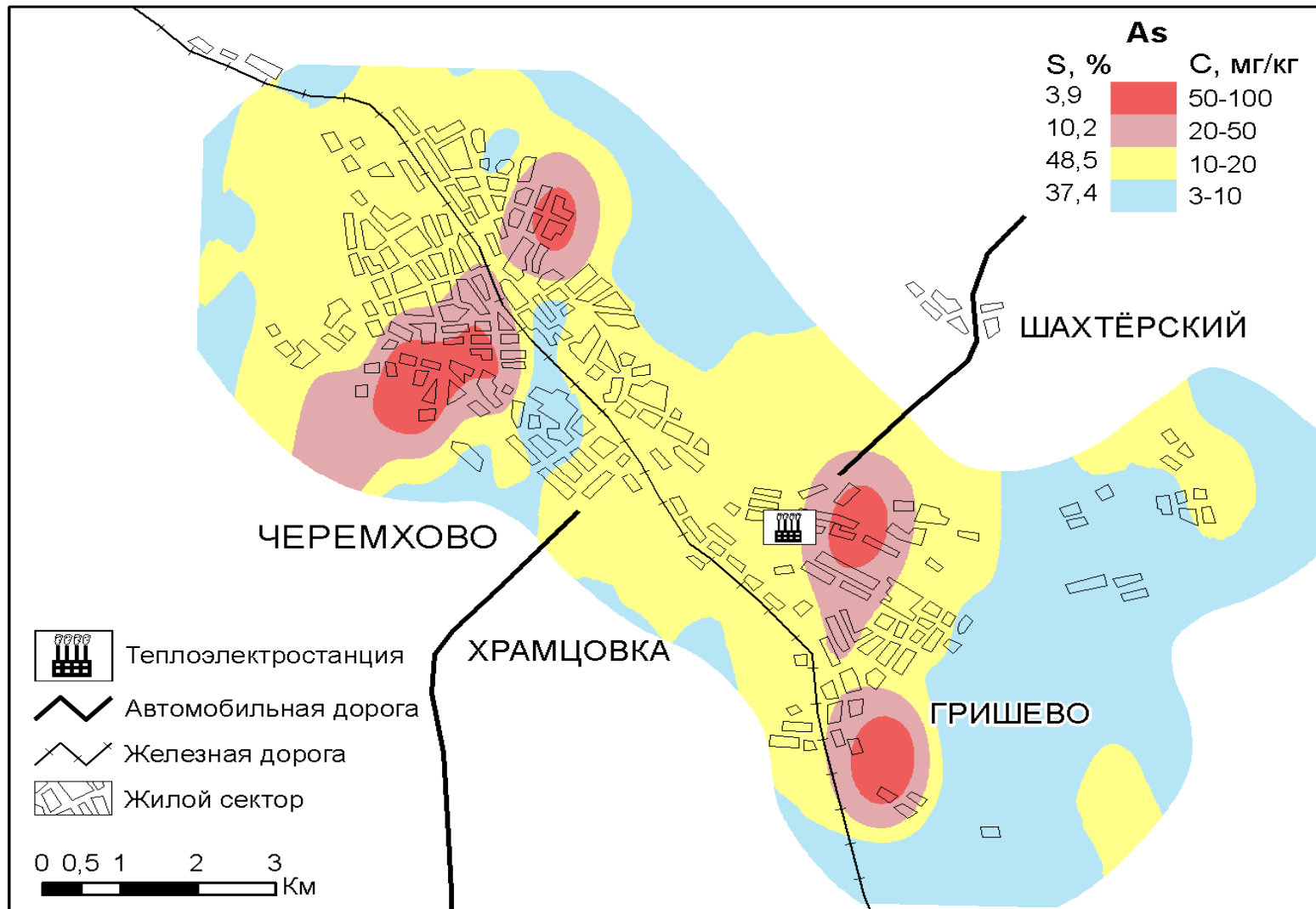
**Распределение  
содержаний ртути в  
почвогрунтах  
промплощадки  
«Усольехимпром»  
( Hg=0,002-25 мг/кг,  
цех РЭ:  
Hg=38,46-23077 мг/кг  
ПДКпочв=2,1 мг/кг)**



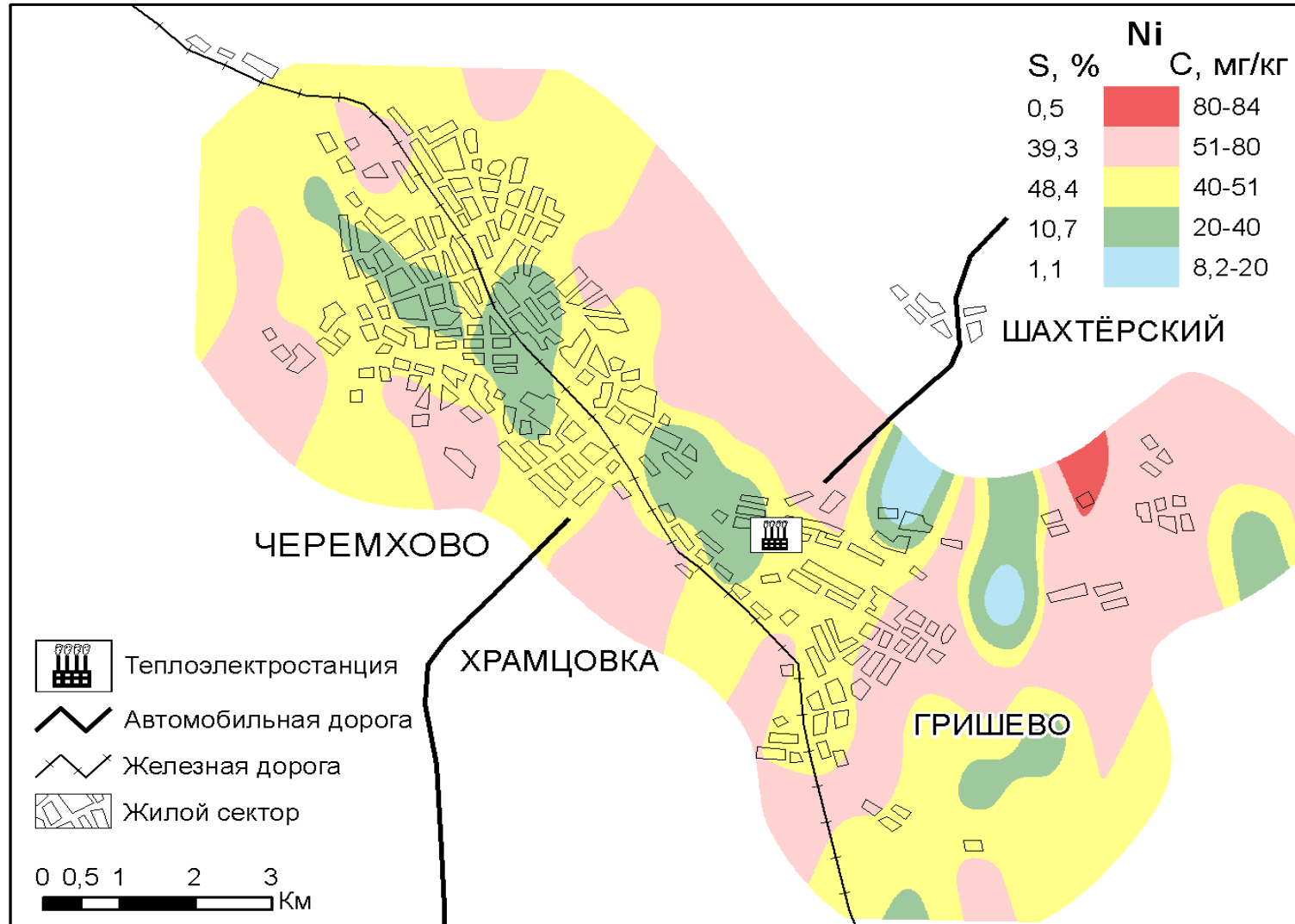


- Сравнение аналитических данных по дождевой воде показывает, что она в большей степени загрязняется **Hg** над территорией химкомбината, достигая значений до 0,0257-0,2060 мкг/дм<sup>3</sup>. Максимальные содержания отмечаются в июльском дожде.
- Интересно отметить, что высокие содержания **Hg** в дождевой воде на территории «Усольехимпром» и Иркутске отмечаются в одни и те же дни, что может свидетельствовать о поступлении **Hg** в атмосферу и ее переносе дождевыми осадками, несмотря на значительное расстояние между городами – около 100 км.
- **ПДК Hg** в рыбохозяйственных водоемах составляет **0,01 мкг/дм<sup>3</sup>**, соответственно дождевая и снеговая вода загрязняет и воду рядом расположенного Братского водохранилища.

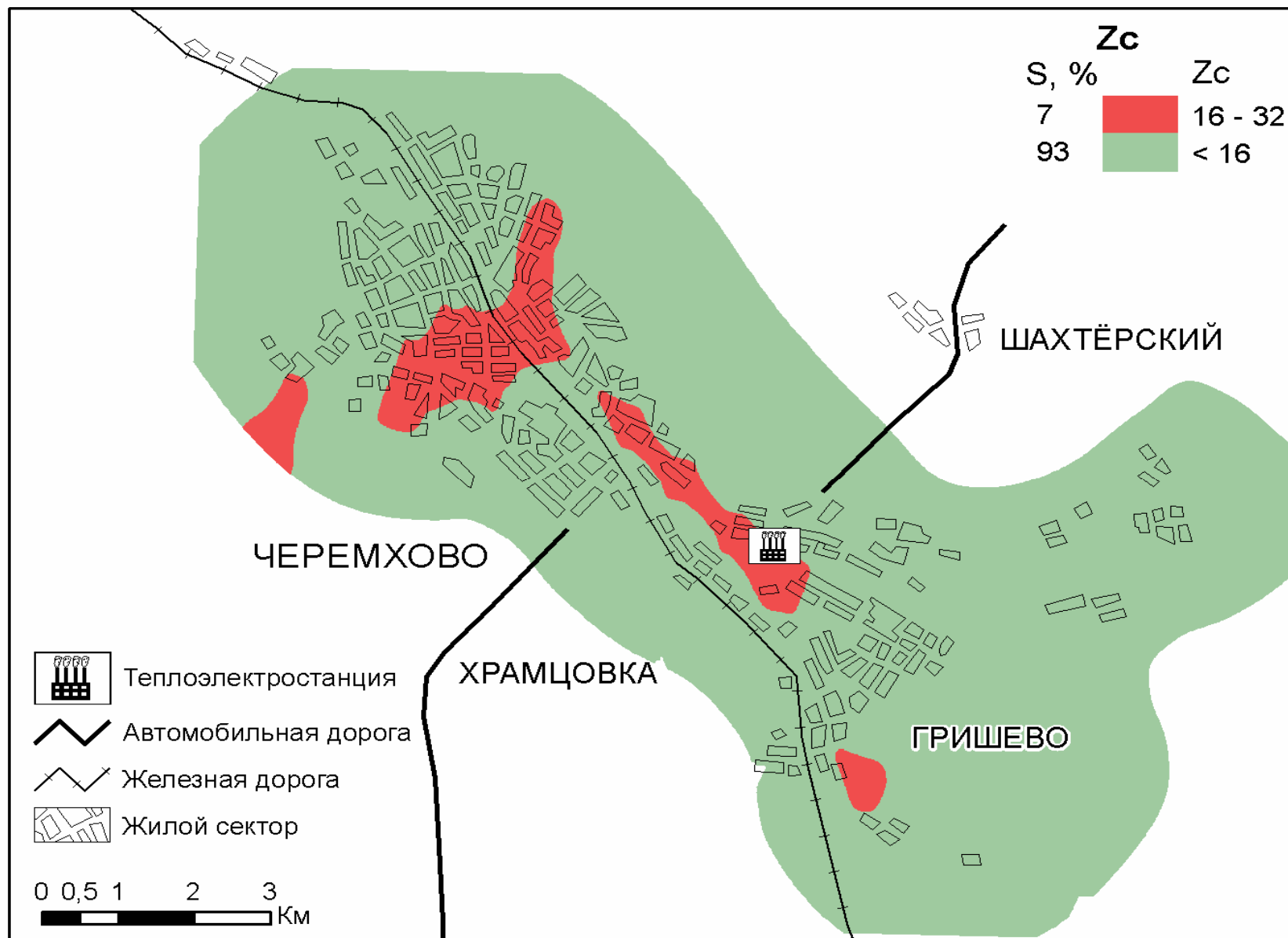
# Распределение As в почвенном покрове г. Черемхово и его окружения



# Распределение Ni в почвенном покрове г. Черемхово и его окружения



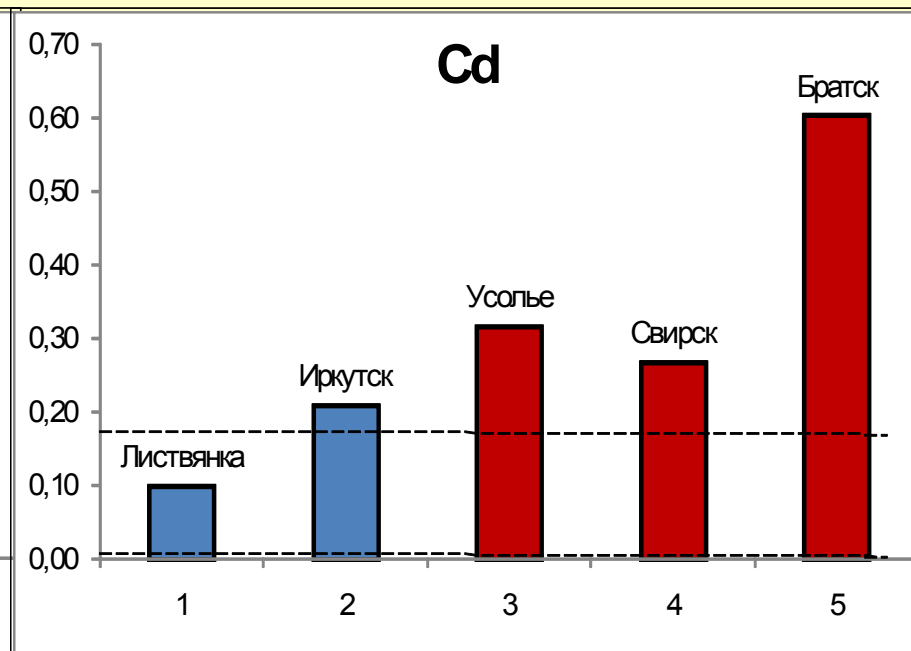
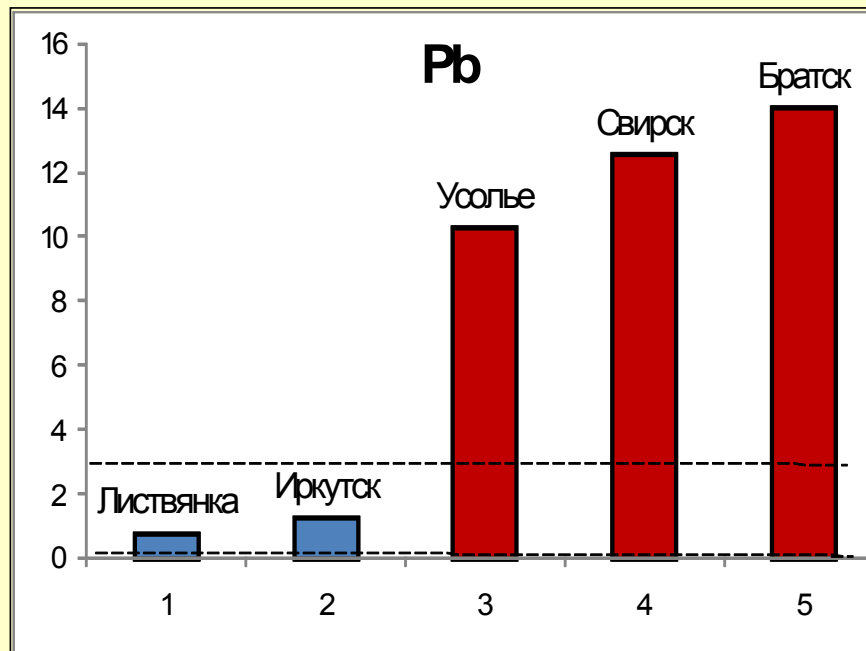
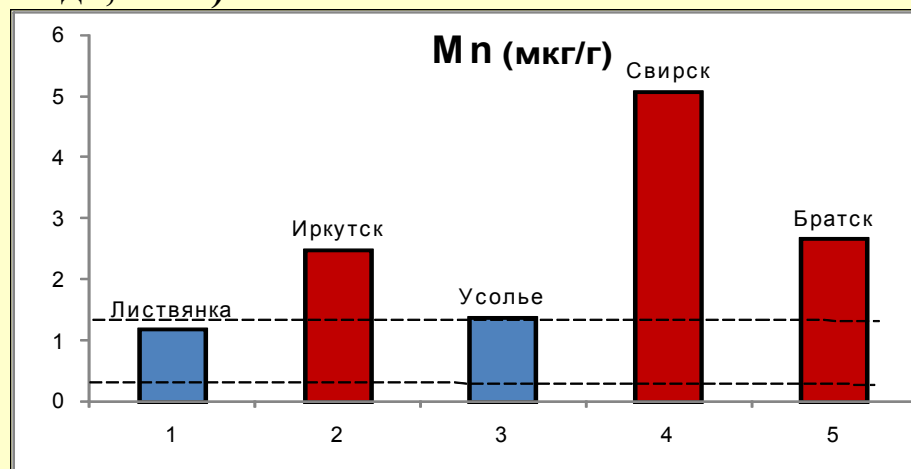
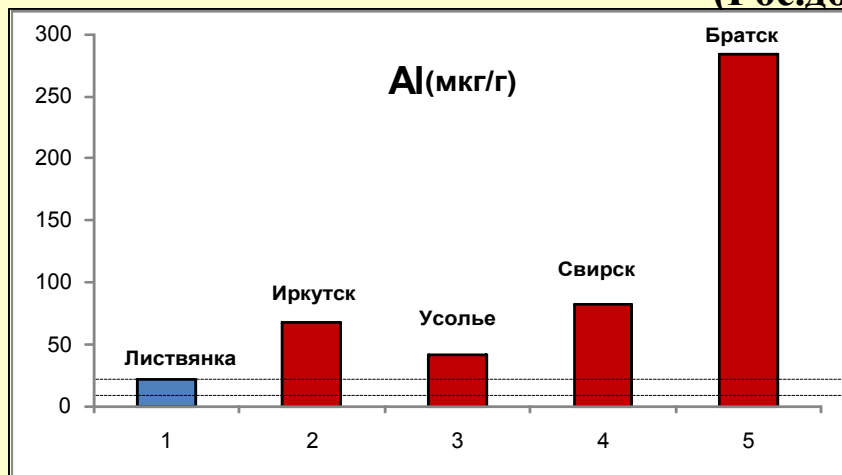
# Оценка степени загрязнения г. Черемхово и его окружения



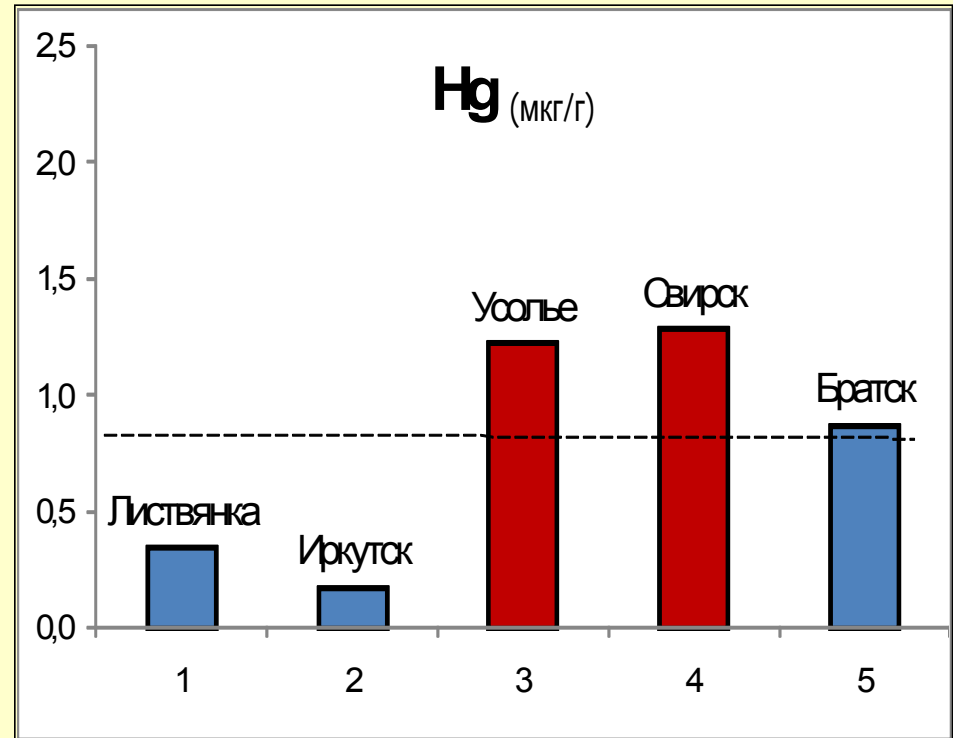
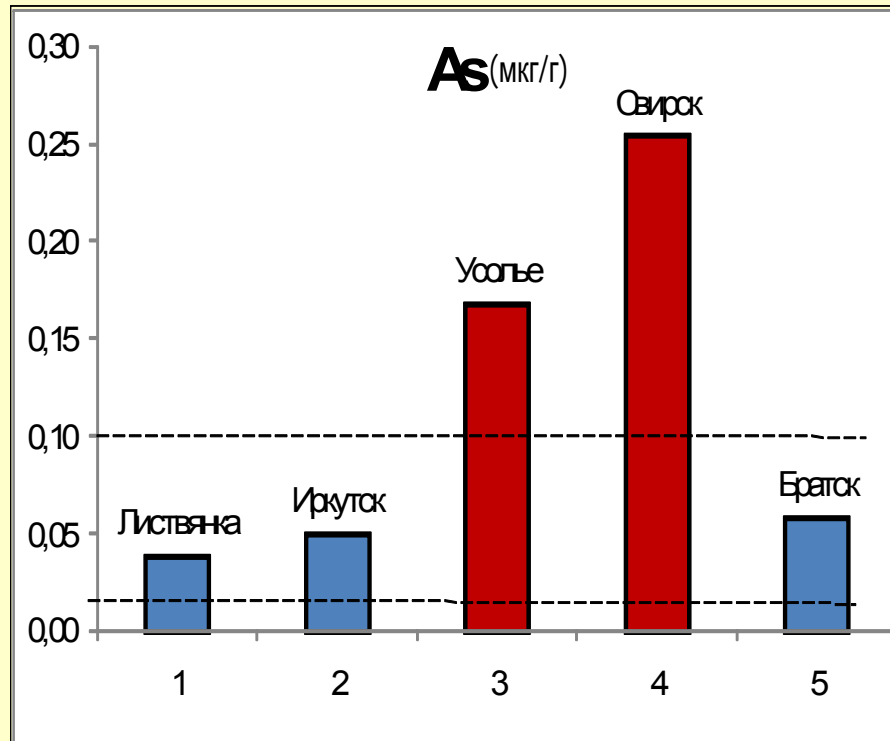


# Содержание элементов в волосах жителей Иркутской области

Красным на рисунке отображены статистически значимые различия в содержании элементов относительно референтных значений; синим - содержание элементов в пределах референтных значений; пунктирными линиями – уровни референтных значений (Гос.доклад..., 2011).



# Концентрации мышьяка и ртути в образцах волос жителей Иркутской области



## Вывод

- Полученные данные являются прямым доказательством существенного вклада антропогенного потока веществ, в том числе **Hg, F, Al, Be, As, Cd** и других токсикантов в их региональные циклы.
- Судя по составу атмосферного воздуха, атмосферных выпадений и почв, составу продуктов и биосубстратов человека экологическая обстановка в гг. **Усолье-Сибирское, Шелехов и Свирск** достигла значительной степени загрязнения.
- На фоне этих городов Иркутск выглядит более благополучно.
- Все компоненты окружающей среды коррелируют между собой по приоритетным поллютантам и **«откликаются»** на антропогенное воздействие.

*Спасибо за внимание!*

