

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ  
МАКРО- И МИКРО- КОМПОНЕНТОВ  
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ОЗ.  
БАЙКАЛ и БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ.  
Сообщение 2.

*А.А. Мамонтов, Е.Н. Тарасова, Е.А. Мамонтова,  
М.И. Кузьмин*

*Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск, Россия*

**Григорий Иванович  
Галазий  
(5.03.1922 - 23.07.2000)**



# ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО

## макрокомпоненты

взвешенное

растворенное

Общее количество взвешенного вещества

Хлорофилл-а, -b, -с  
каротиноиды

Молекулярный состав

Элементарный состав

белки

липиды

углеводы

$C_{орг}$

$N_{орг}$

$P_{орг}$

Si

Продукты распада

$N-NH_4^+$

$N-NO_2^-$

$N-NO_3^-$

$P_{мин}$

Si-SiO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>

## микрокомпоненты

Стойкие органические загрязнители

ПХДД

ПХДФ

ПХБ

гексахлорбензол

алдрин

хлордан

дильдрин

ДДТ

эндрин

гептахлор

мирекс

токсафен

# Свойства СОЗ

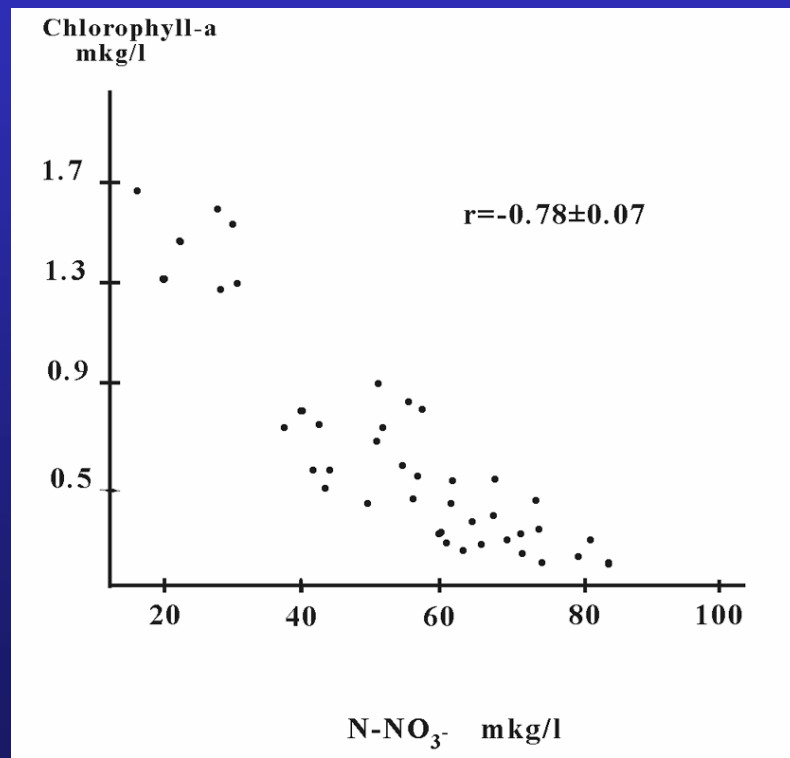
- **длительно сохраняются в окружающей среде** (период полураспада ОХДД в донных отложениях достигает 100 лет),
- **переносятся на большие расстояния** от места их производства или использования,
- **накапливаются по пищевым цепям,**
- **оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье** живых организмов, в т.ч. человека. Воздействие СОЗ полиетропно (канцерогенный, мутагенный, иммунодепрессивный, эмбриотоксический, тератогенный эффекты, нарушения деятельности нервной, сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта, печени, нарушают обмен витаминов, функцию эндокринных желез и т.д).

40 лет после окончания войны во Вьетнаме  
(по материалам сайта <http://vietnam.vnanet.vn>)

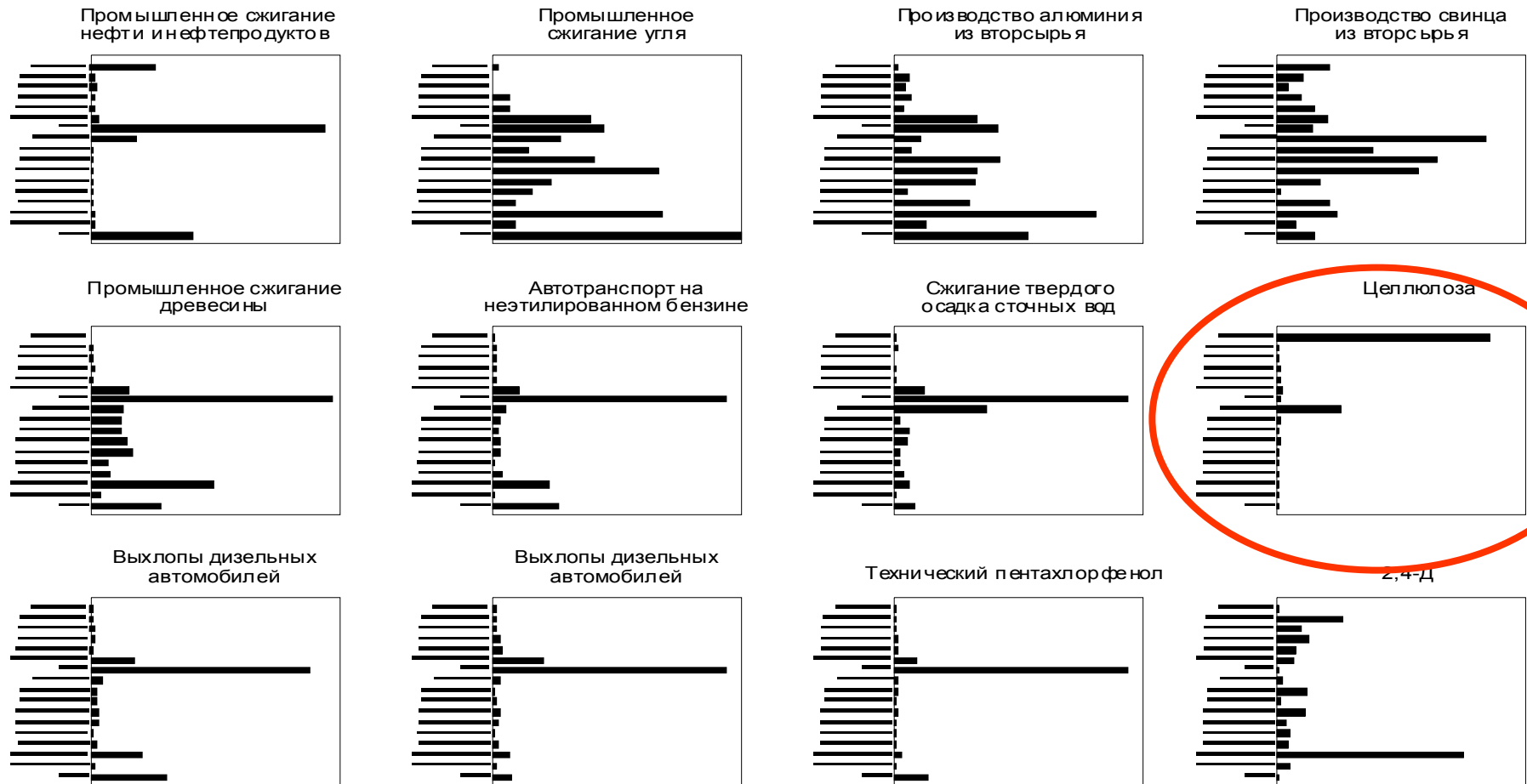


Исследования нашей группы СОЗ начаты с 1989 года под руководством академика Г.И. Галазия в составе Байкальского экологического музея, Отдела экологических исследований Прибайкалья, а затем Института Геохимии СО РАН вместе с НПО "Тайфун", а с 1995 года с учеными из Германии, Финляндии, Швеции (Тарасова и др., 1995; Tarasova et al., 1997; Mamontov et al., 2000; Mamontova et al., 1997).

В 1986-1989 гг. была обнаружена обратная корреляция между зимним содержанием азота и весенней концентрацией хлорофилла-а, что позволило сделать вывод о наличии токсикантов в озере, а увеличение содержания сульфатов в этот период позволило сделать вывод, что токсиканты поступили со стоками БЦБК.



Полихлорированные диоксины и фураны являются побочными продуктами промышленных химических процессов, в том числе целлюлозно-бумажной промышленности, сжигания и др. Каждый источник характеризуется своим набором конгенов.



(Cleverly et al., 1997)

# По содержанию ПХДД/Ф в жире нерпы сравнимы с балтийскими тюленями.

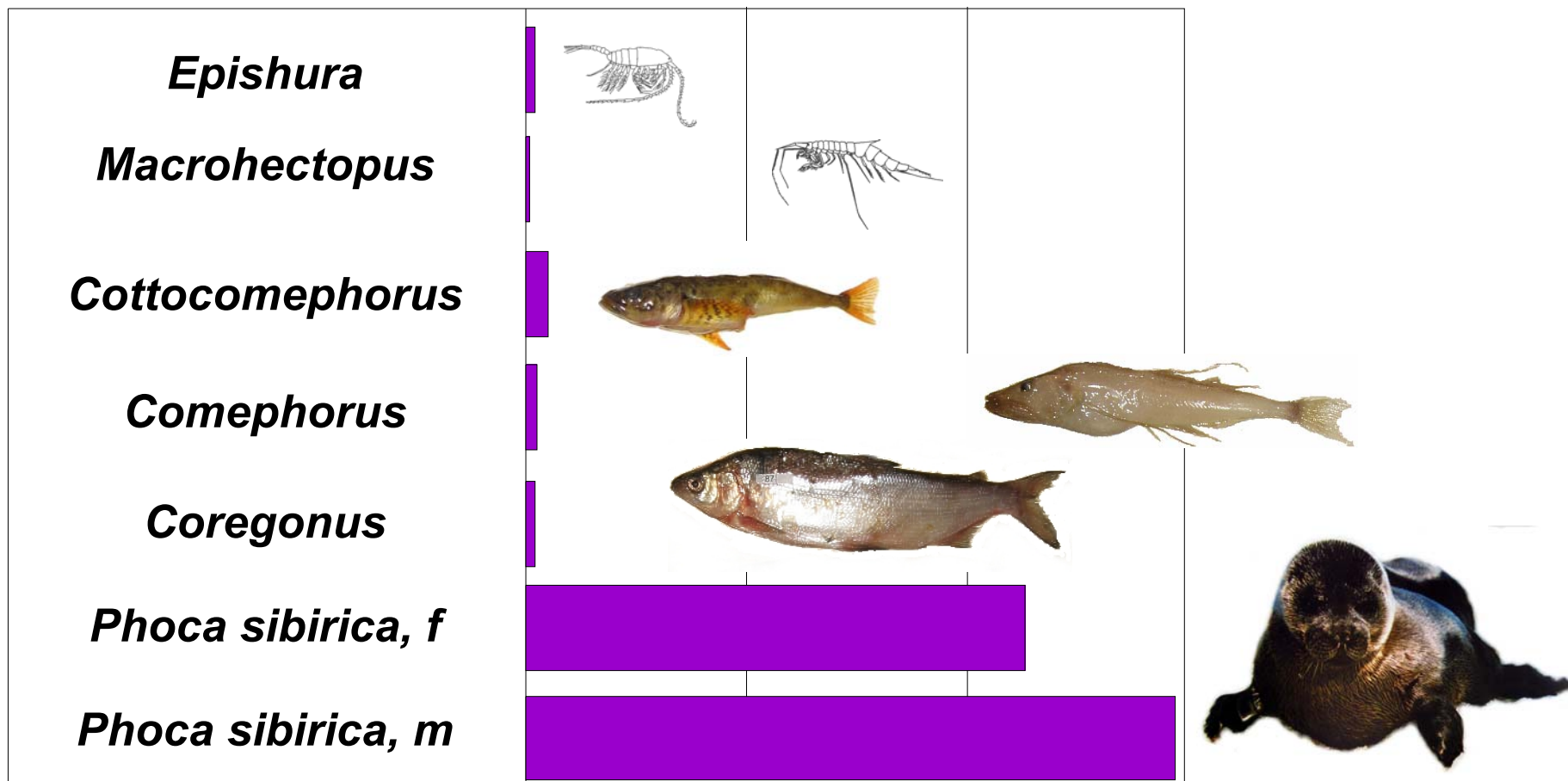




# Диоксины и родственные соединения накапливаются по пищевой цепи

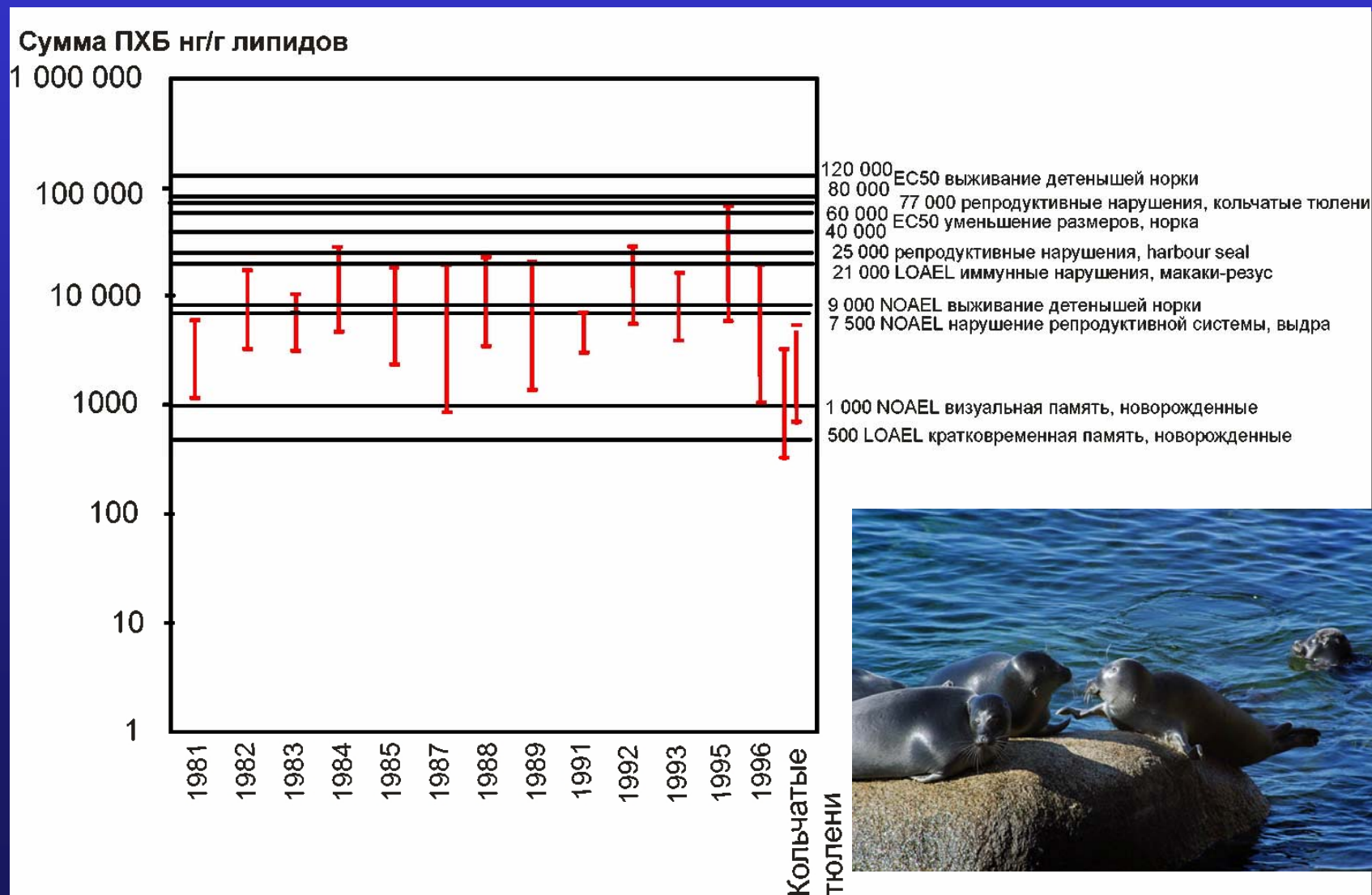
пгТЕQ/г сырого веса

0 20 40 60

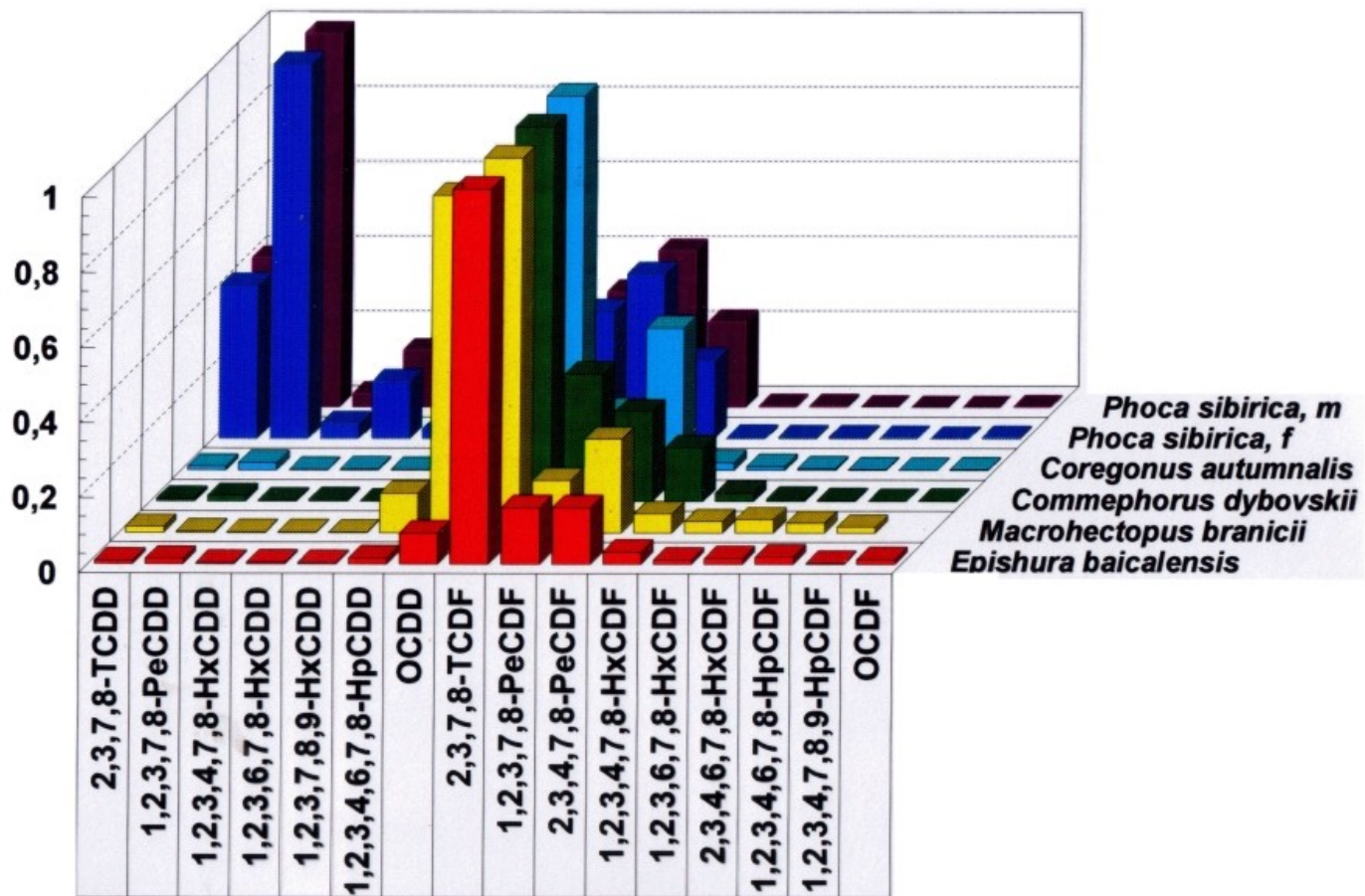


(Mamontov et al., 1997)

# Сравнение концентраций ПХБ в жире нерпы (данные литературы и собственные данные) с наименьшими действующими и недействующими уровнями у разных видов животных и с концентрациями у кольчатых тюленей (по АМАР, 1998)



# Относительный конгенерный состав ПХДД/Ф в различных видах биоты оз. Байкал



# Большая голомянка

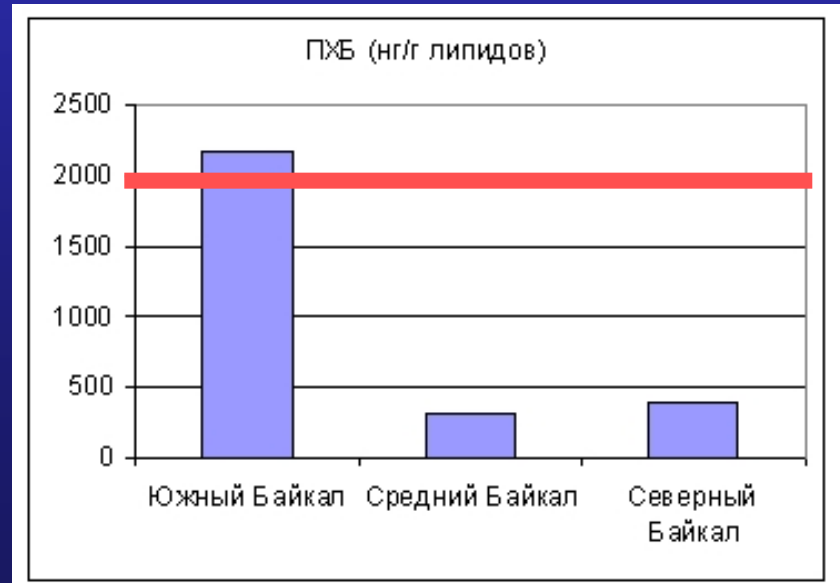
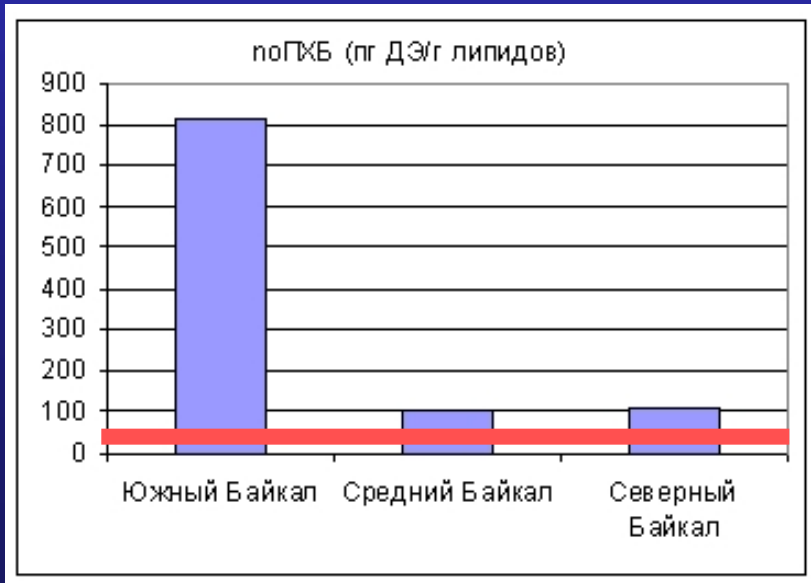
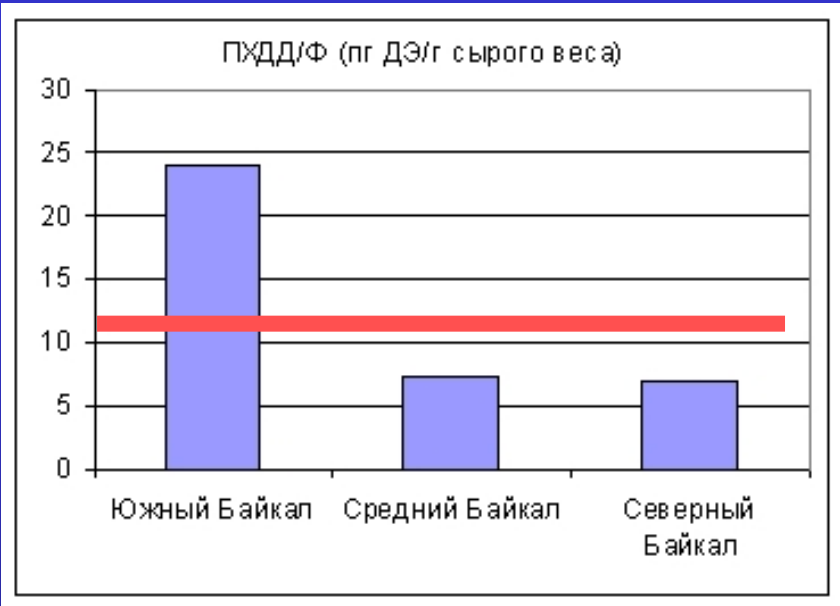
ПДК - рыба

ПХБ - 2 мг/кг

ДЭ ПХДД+ПХДФ+(ПХБ)

- 88 пг/г липидов

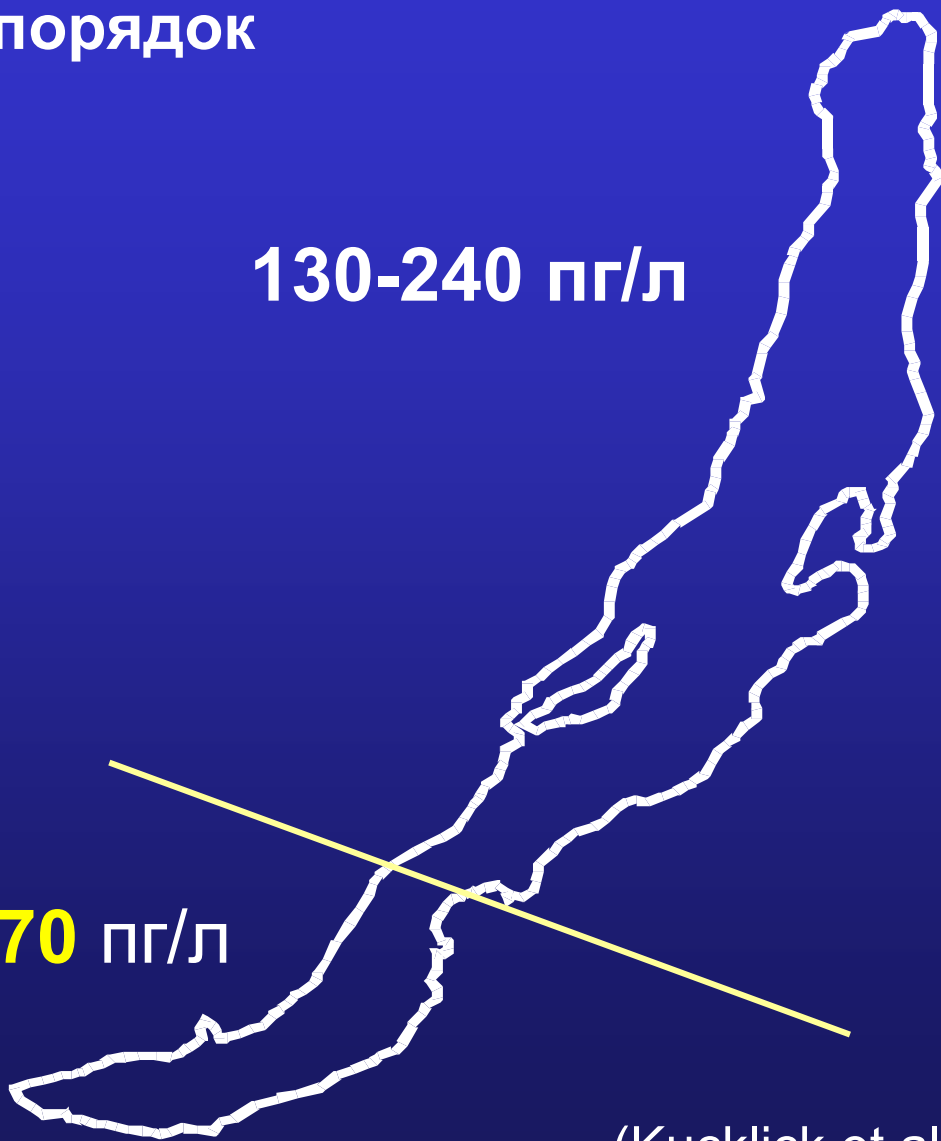
11 пг/г сырого веса



Концентрации ПХБ в водах  
Южного Байкала на порядок  
выше, чем в водах  
Северного Байкала.

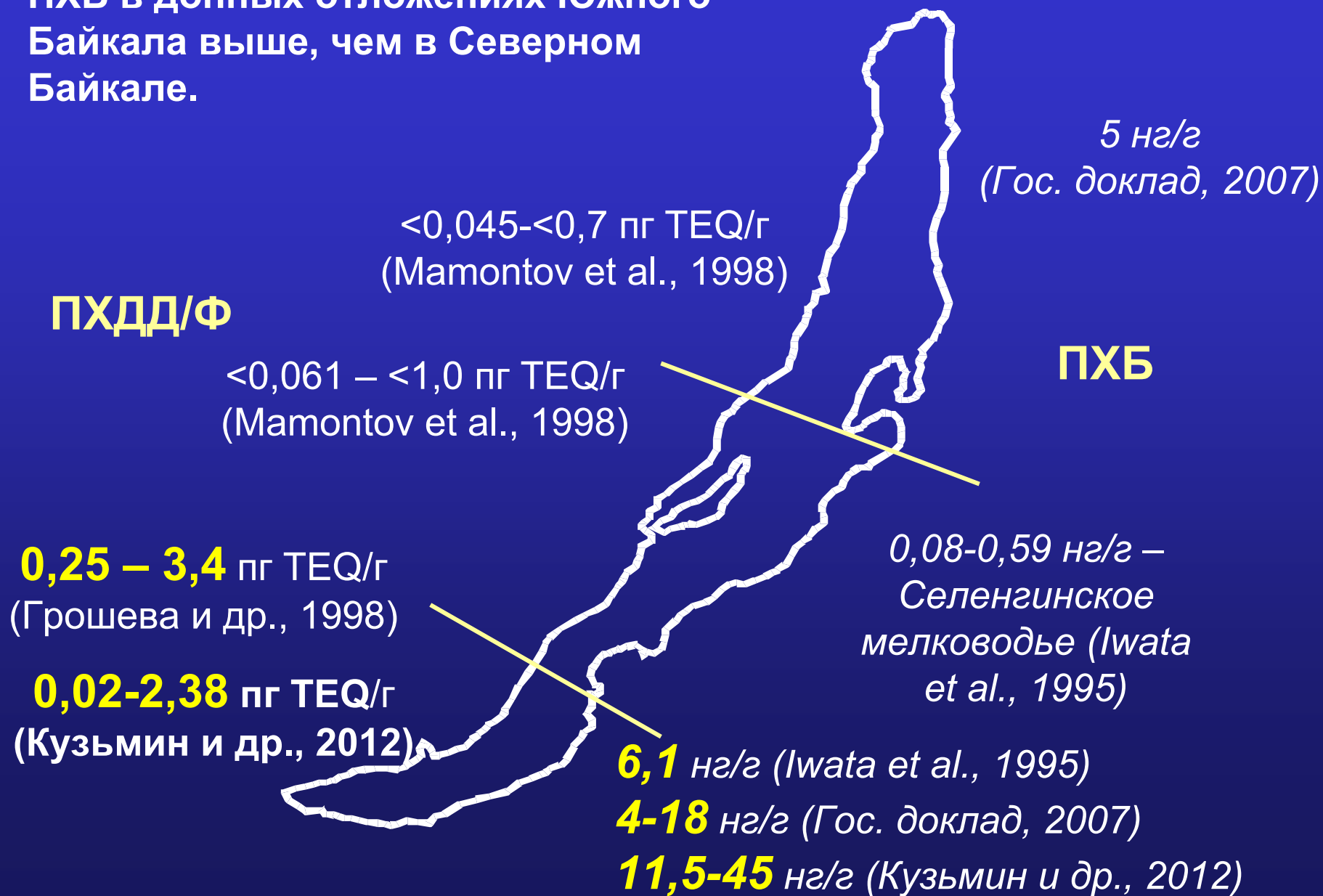
130-240 пг/л

1470-1870 пг/л

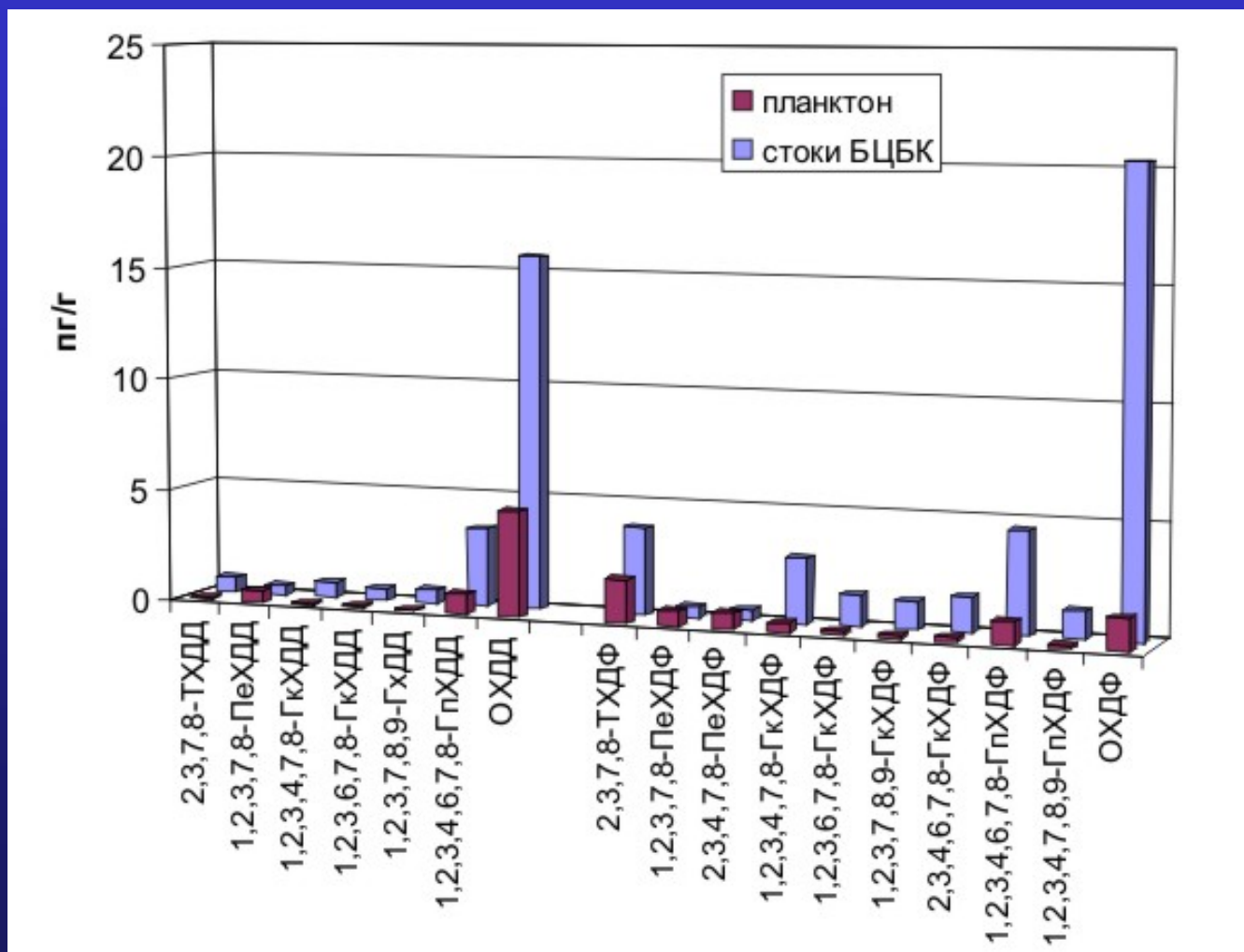


(Kucklick et al., 1996)

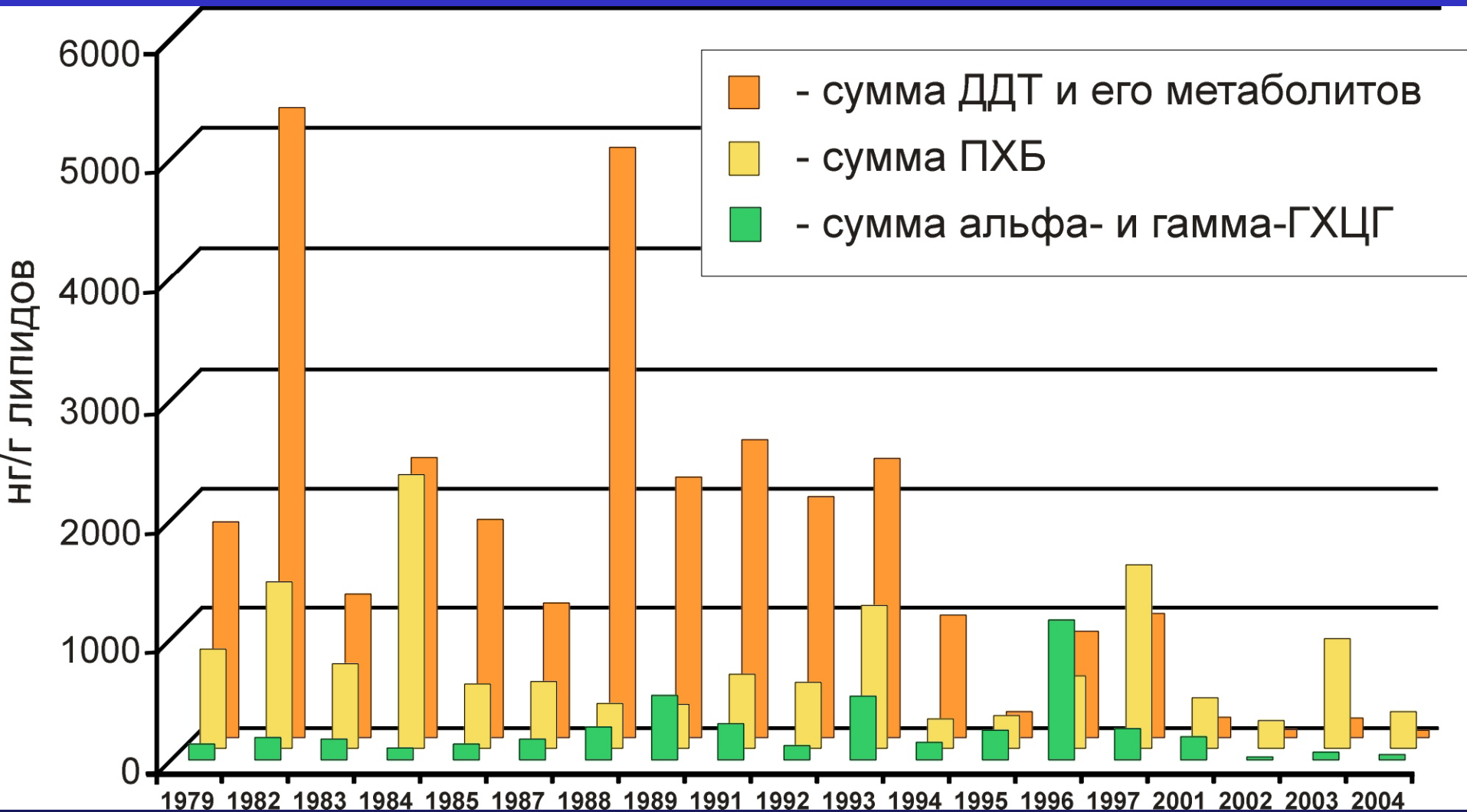
Концентрации диоксинов, фуранов и ПХБ в донных отложениях Южного Байкала выше, чем в Северном Байкале.



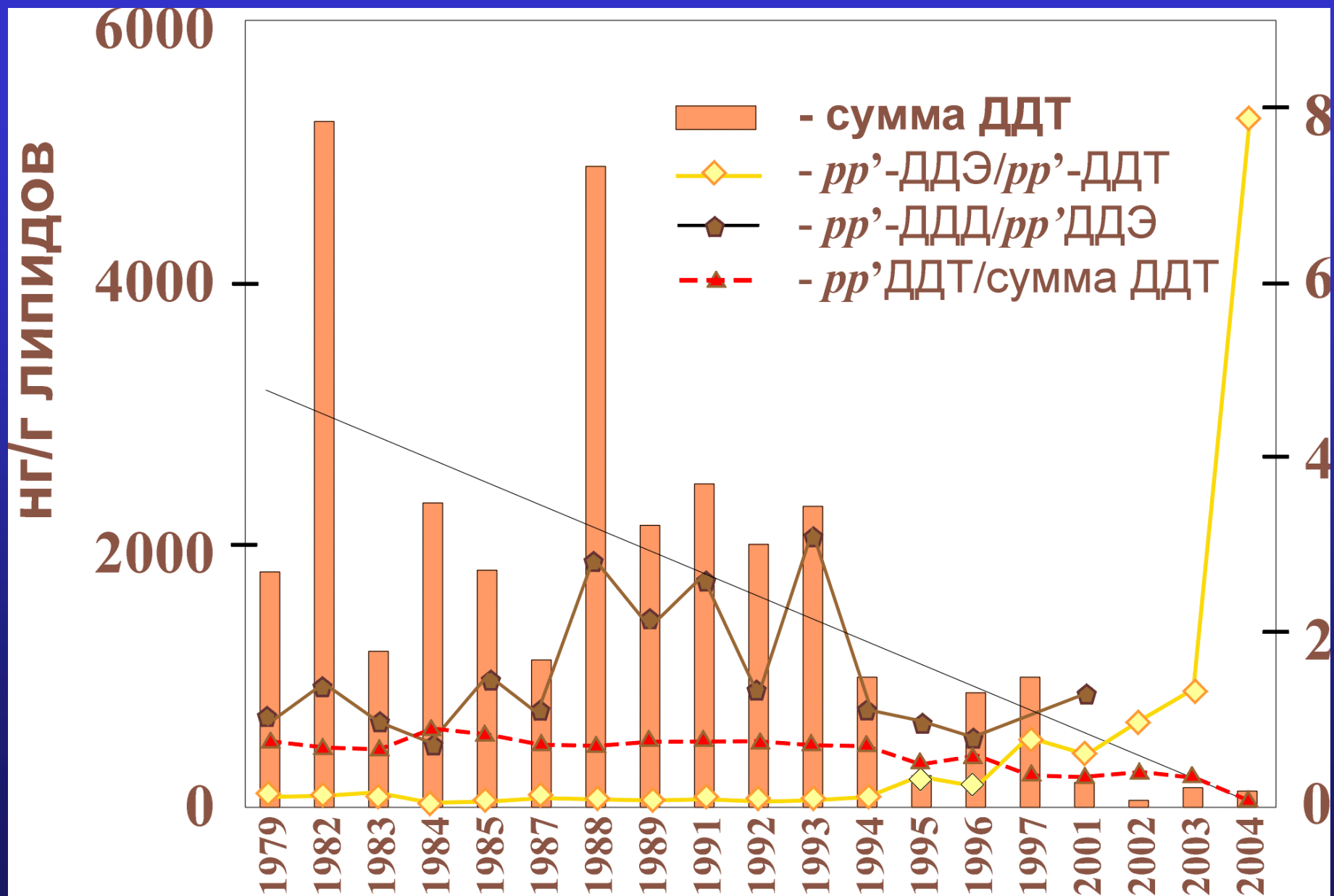
Идентичный изомерный состав диоксинов и родственных соединений в пруде аэраторе БЦБК и биоте Байкала позволяет предполагать, что основным источником поступления диоксинов в воду являются стоки БЦБК



# Временные тренды СОЗ в зоопланктоне оз. Байкал

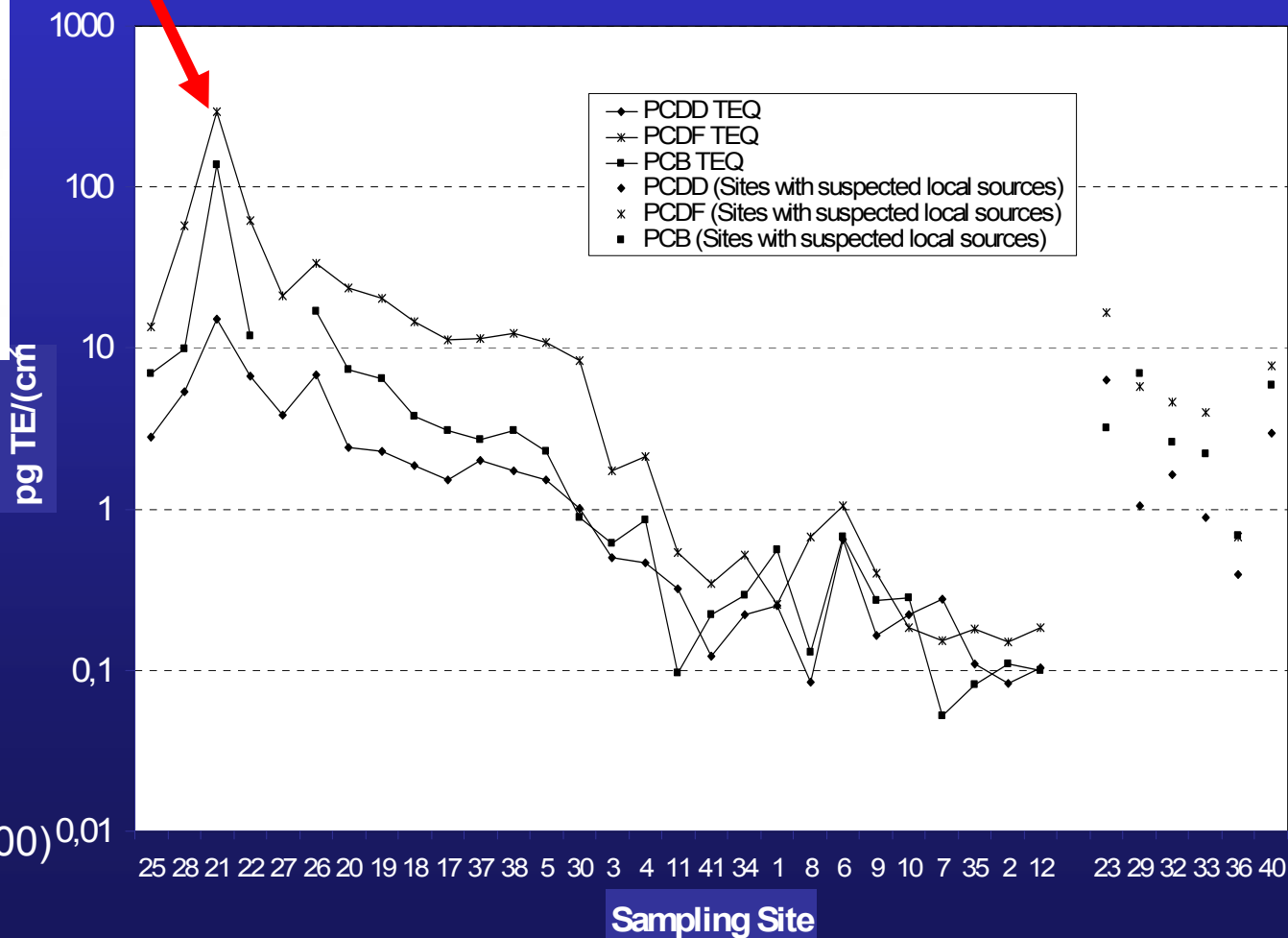
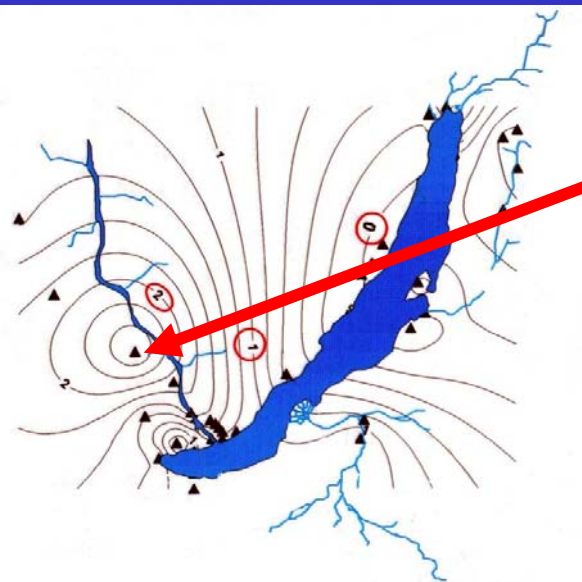






# Уровни ТЕQ ПХДД, ПХДФ и ПХБ в почвах Байкальского региона

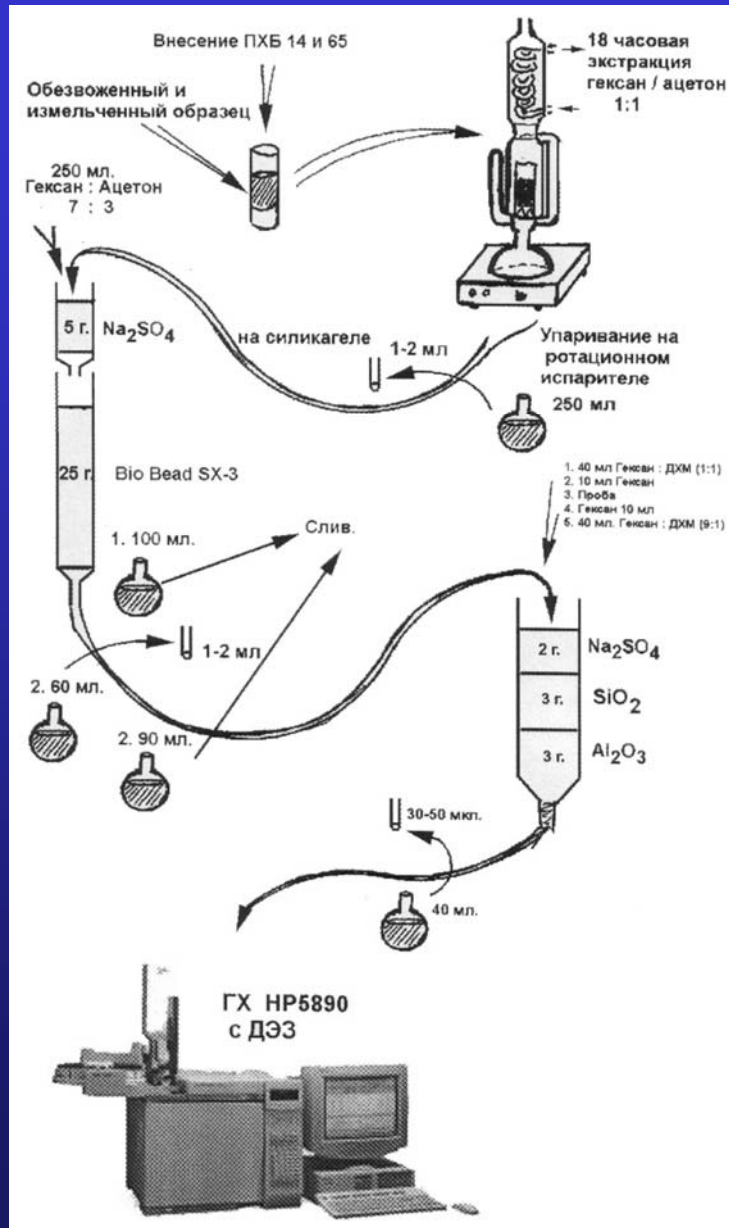
## Усолье-Сибирское



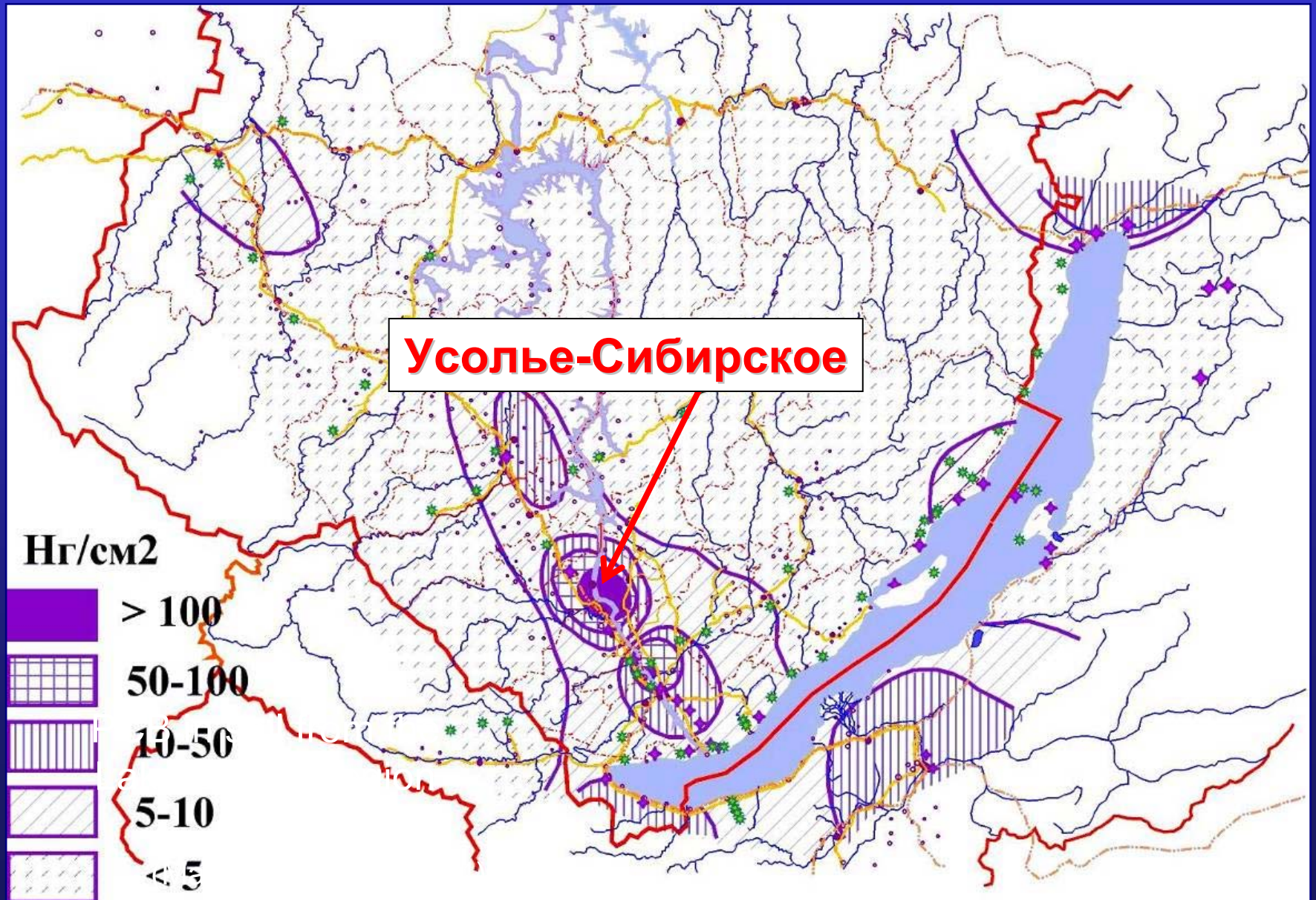
(Mamontov et al., 1998, 2000)<sup>0,01</sup>

В 2000-2005 годах исследования проводились в рамках международного гранта INTAS 2000-00140 «Источники, дальний перенос и оценка риска полихлорированных бифенилов (ПХБ) в Байкальском регионе» совместно с Институтом химии СО РАН, Институтом программных систем РАН, Институтом исследования Балтийского моря в Университете Ростока (Германия), Норвежским Институтом исследования атмосферы (Норвегия), Университетом Утрехта (Нидерланды), компанией ERGO (Германия) [Полихлорированные бифенилы..., 2005].

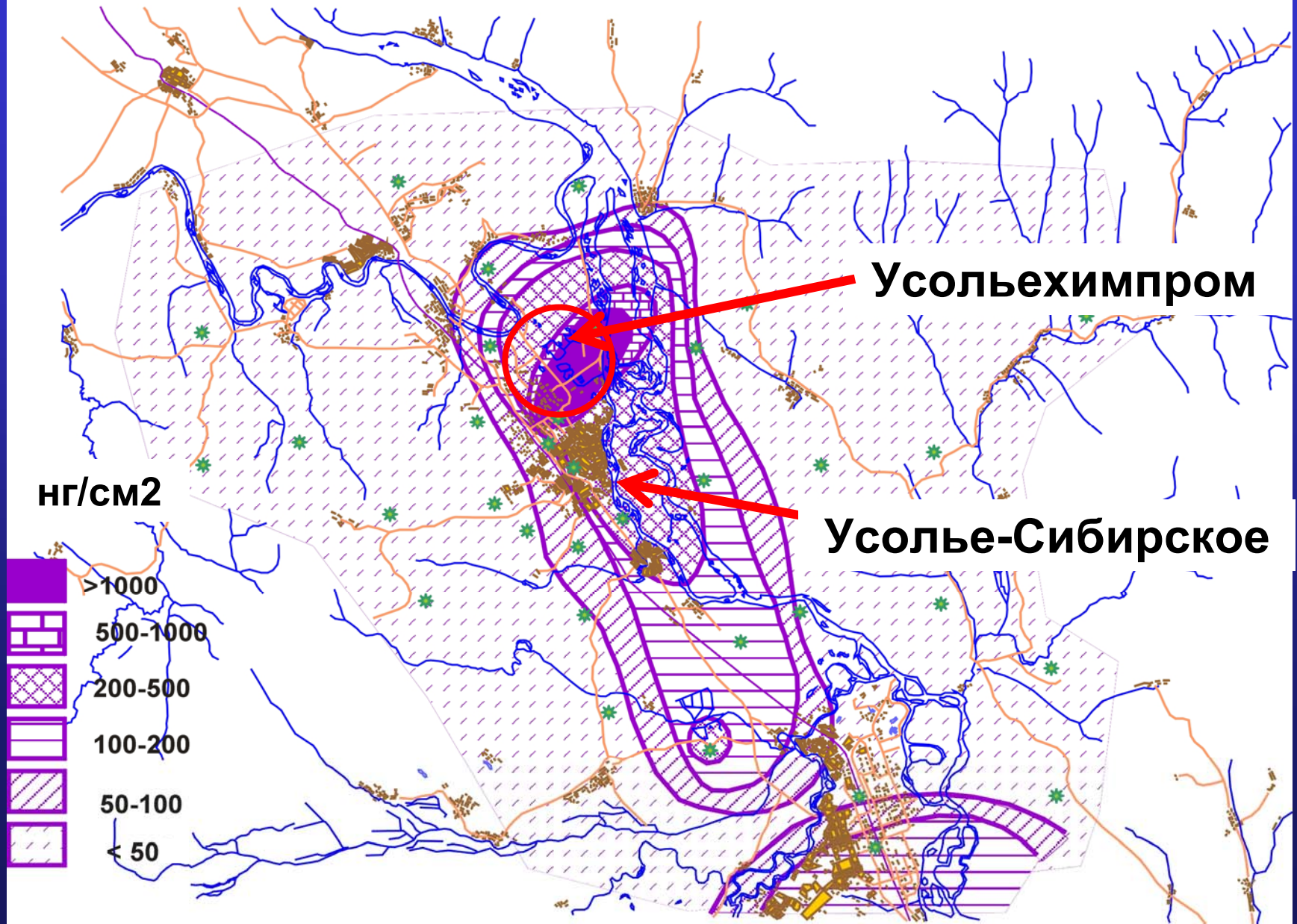
В результате выполнения данного гранта в институте геохимии СО РАН была создана лаборатория для анализа стойких органических загрязнителей (СОЗ), которая успешно прошла межлабораторную интеркалибровку.

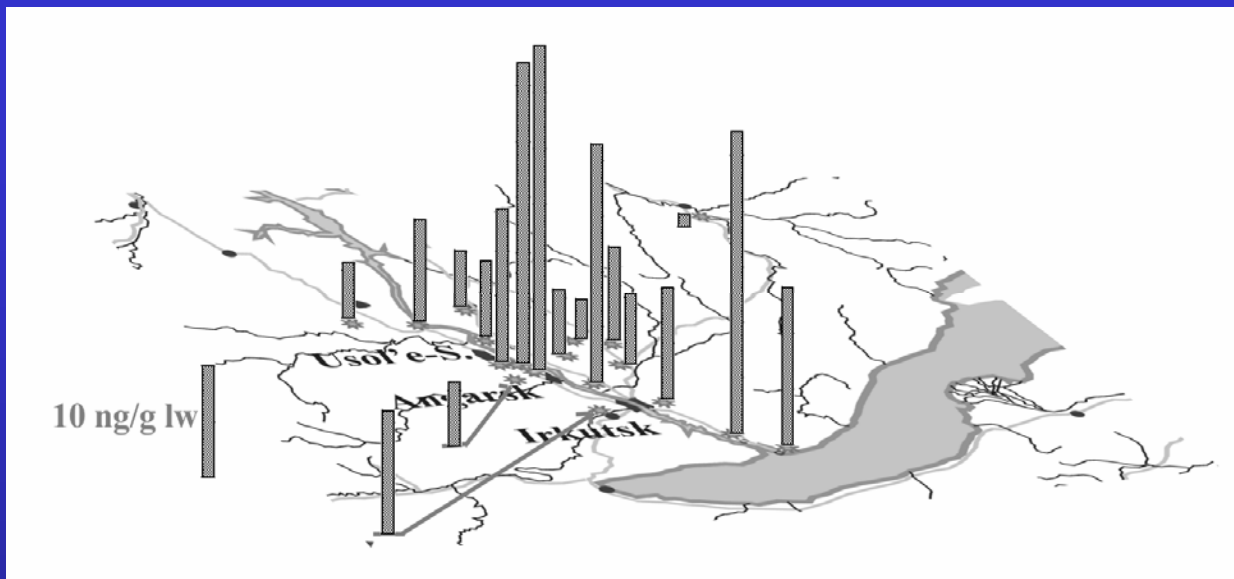


# ПХБ в почвах

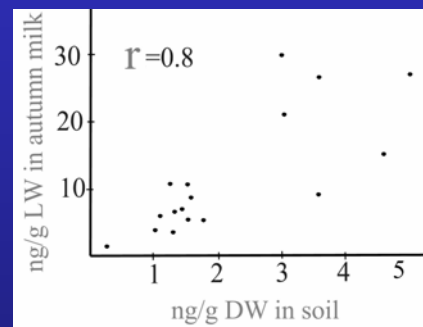
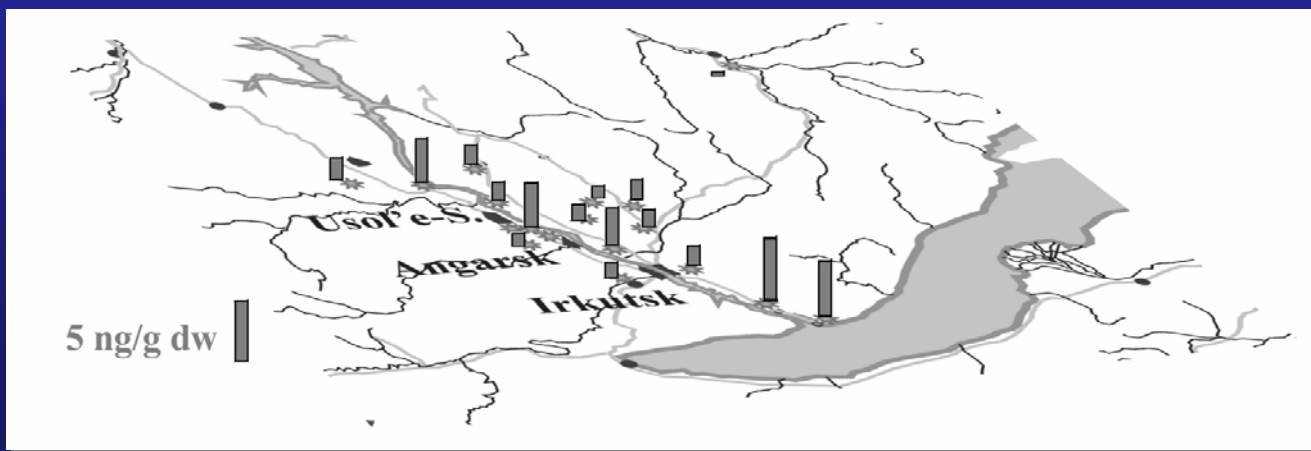


# ПХБ в почвах Усо́лья-С. и прилегающих территорий





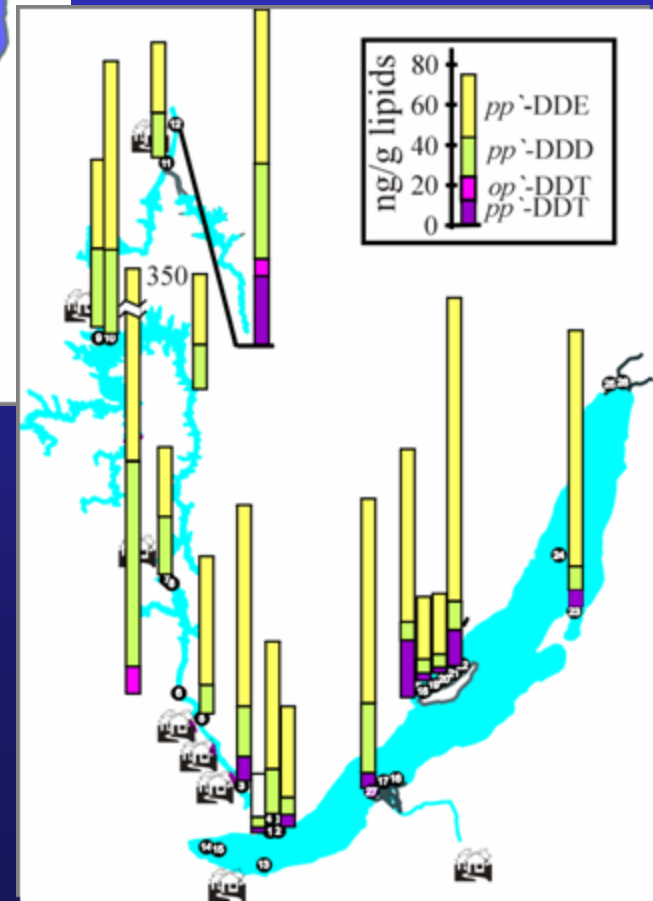
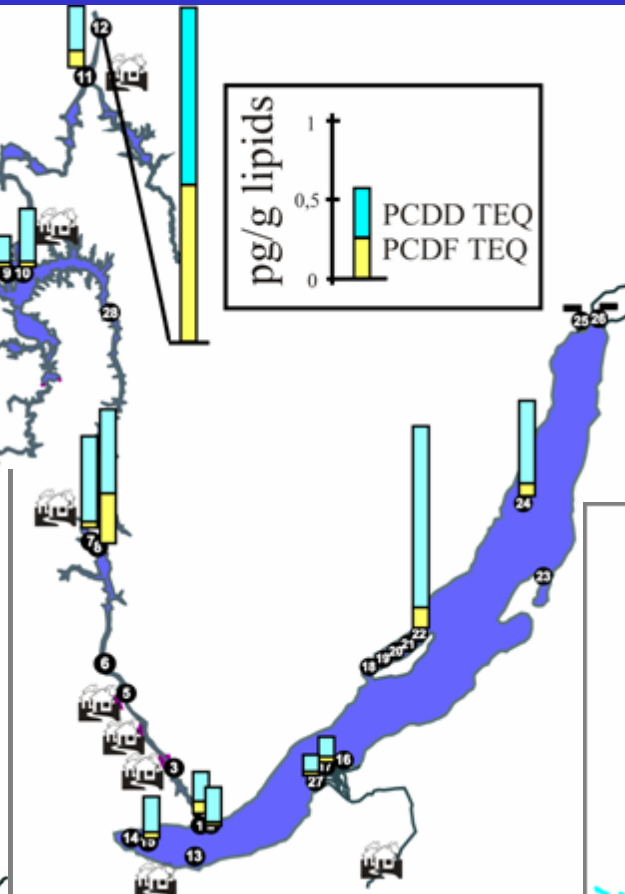
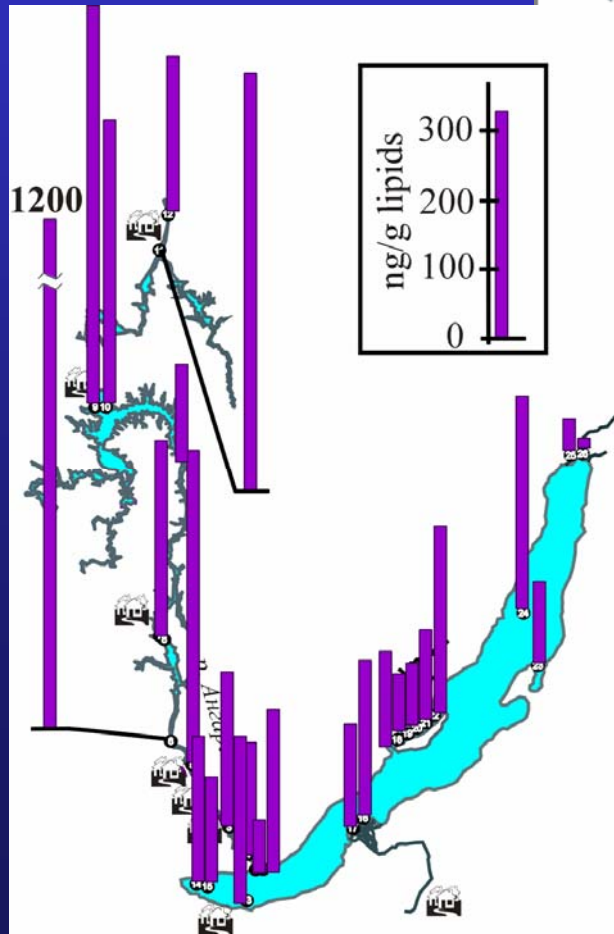
**ПХБ в коровьем  
молоке (нг/г  
липидов)**



**ПХБ в почвах  
пастбищ (нг/г  
сухого веса)**

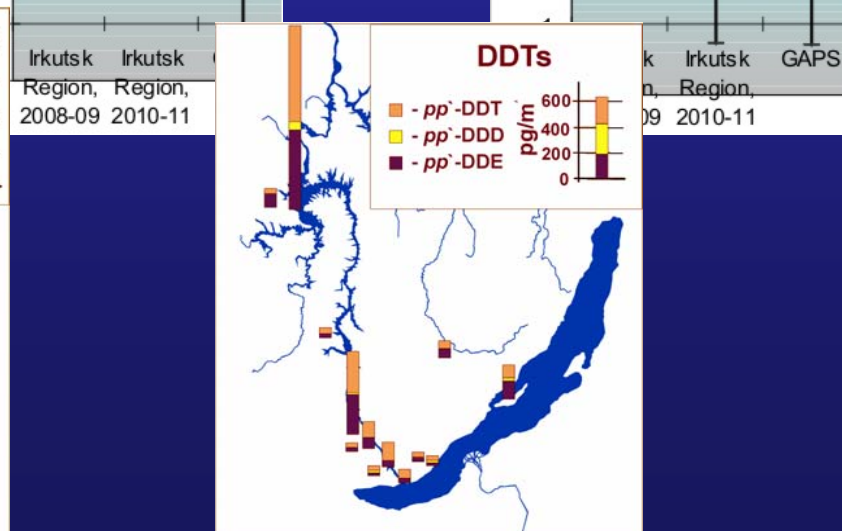
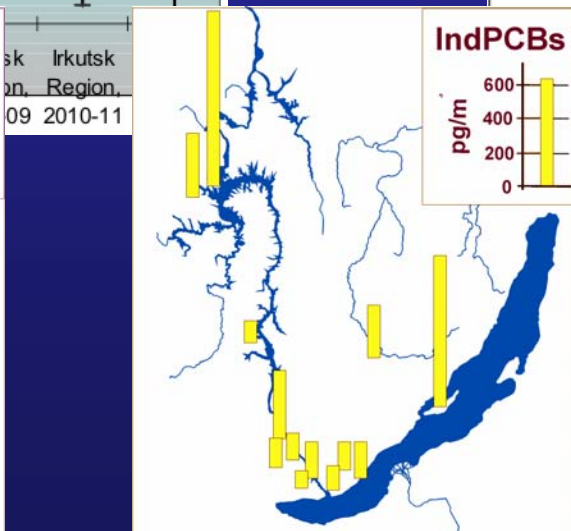
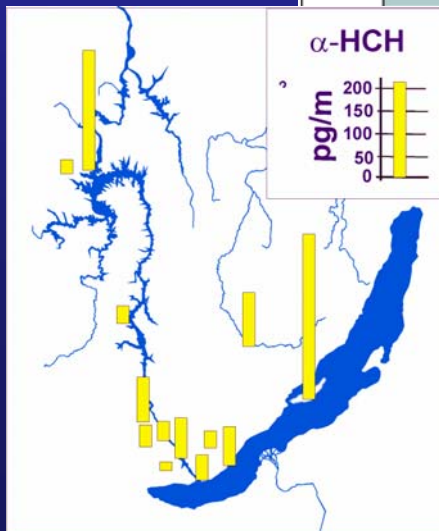
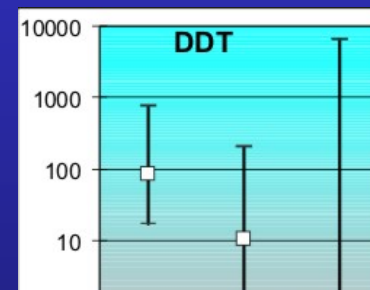
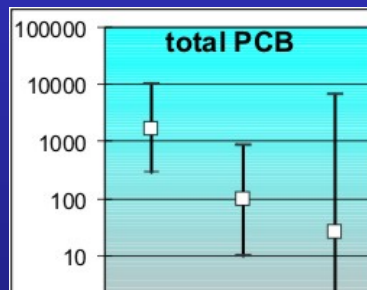
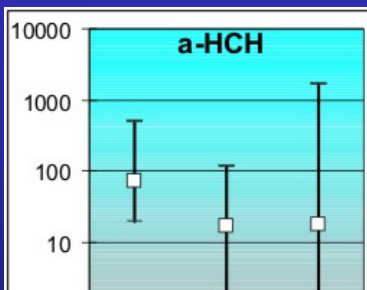
# СОЗ в рыбе

(Mamontov et al., 2001; Mamontova et al., 2006)



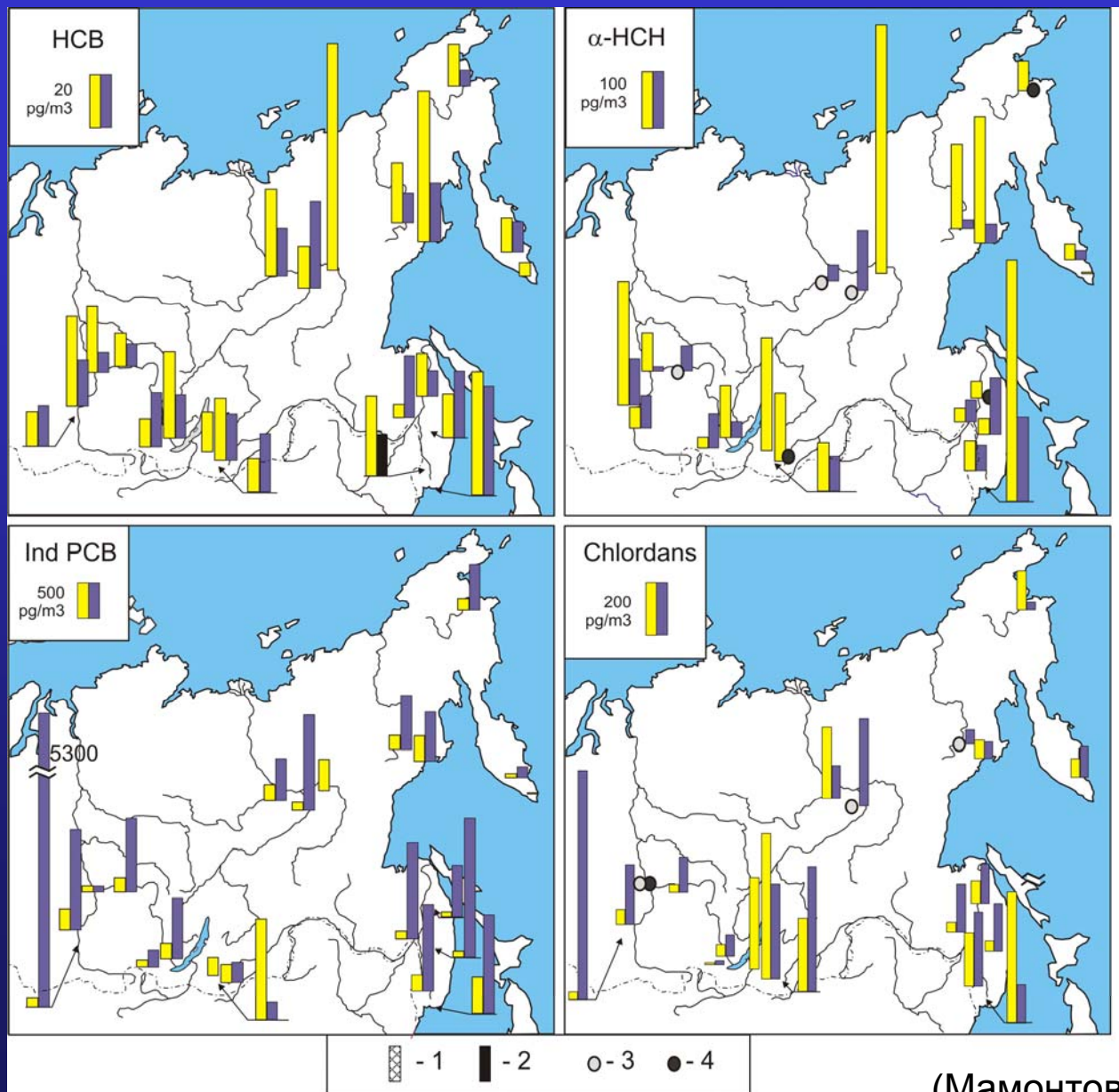
# С 2008 года проводятся исследования СОЗ в атмосферном воздухе методом пассивного пробоотбора.

Распределение СОЗ в воздухе Иркутской области неравномерное и может быть связано с влиянием в большей степени первичных (промышленных предприятий) и в меньшей степени – вторичных (например, почвы, накопившие высокие концентрации за предыдущее время) источников эмиссии (Mamontova et al., 2009).





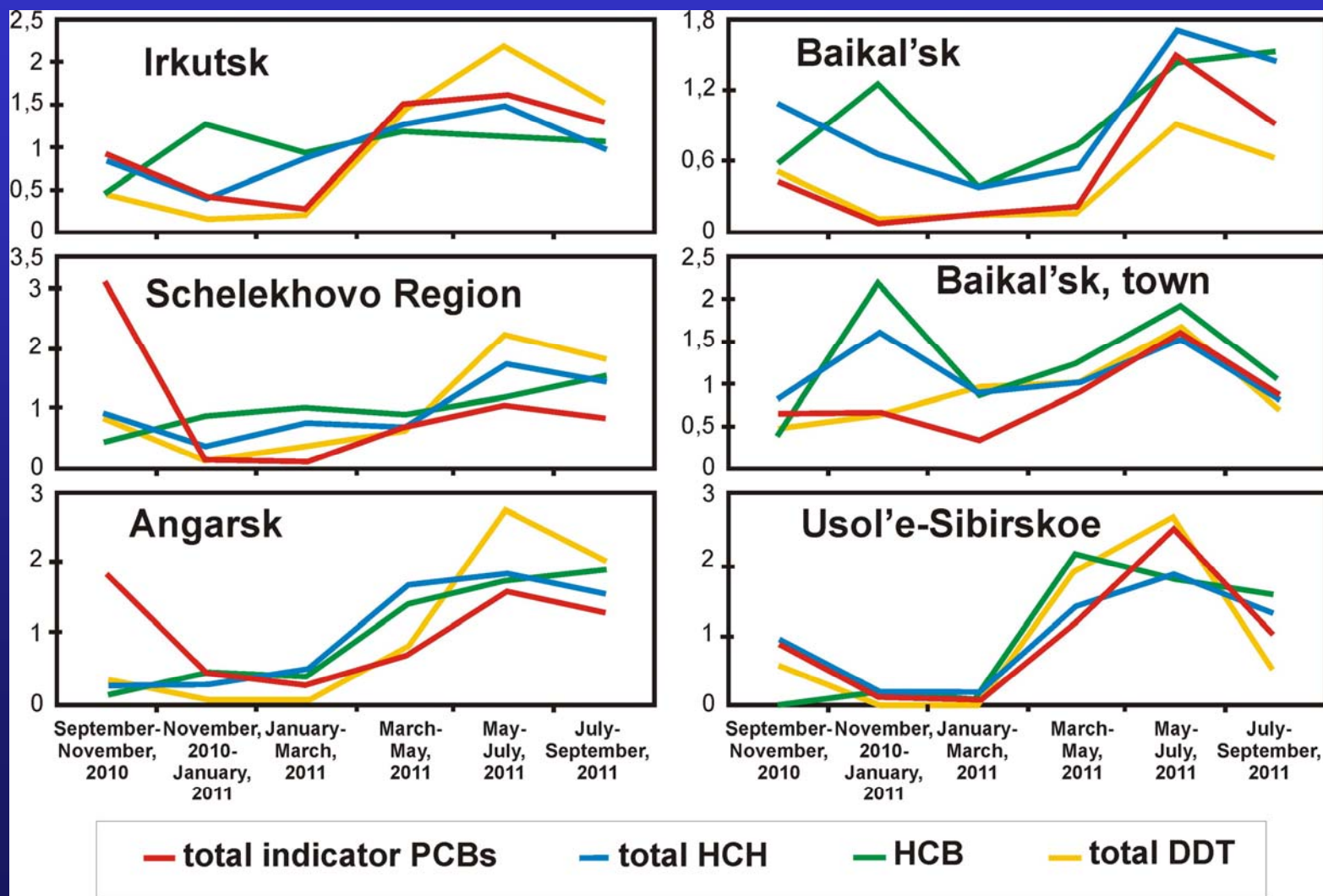
# ГХБ, альфа-ГХЦГ, хлорданы и ПХБ в атмосферном воздухе населенных пунктов АТР (2008-2009)



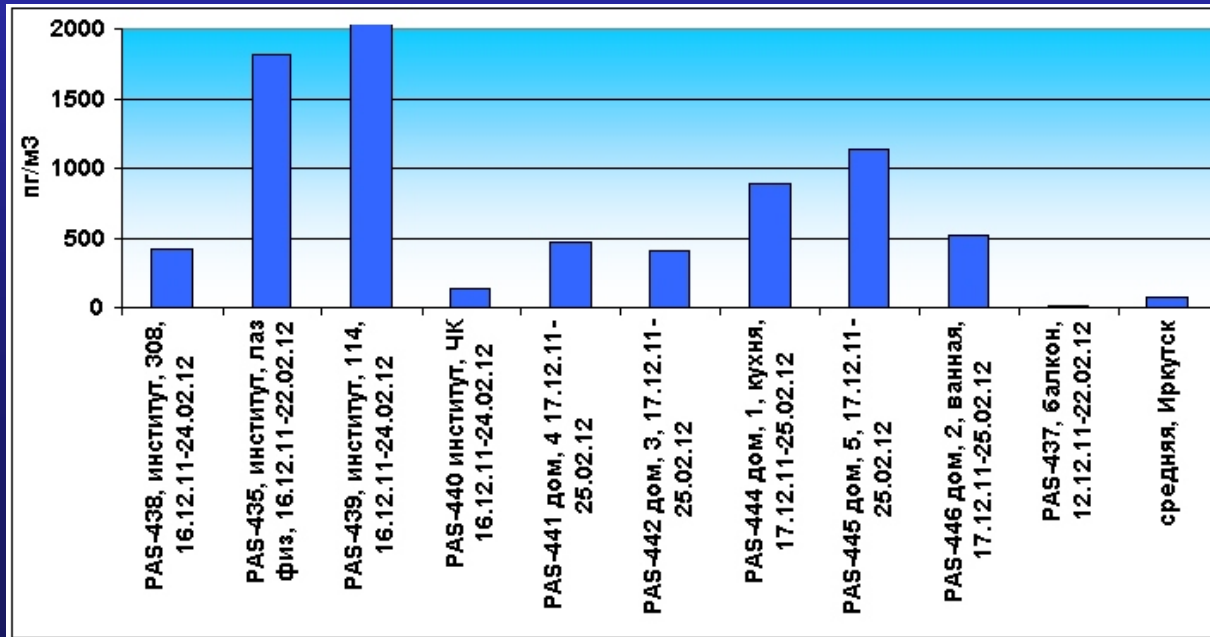
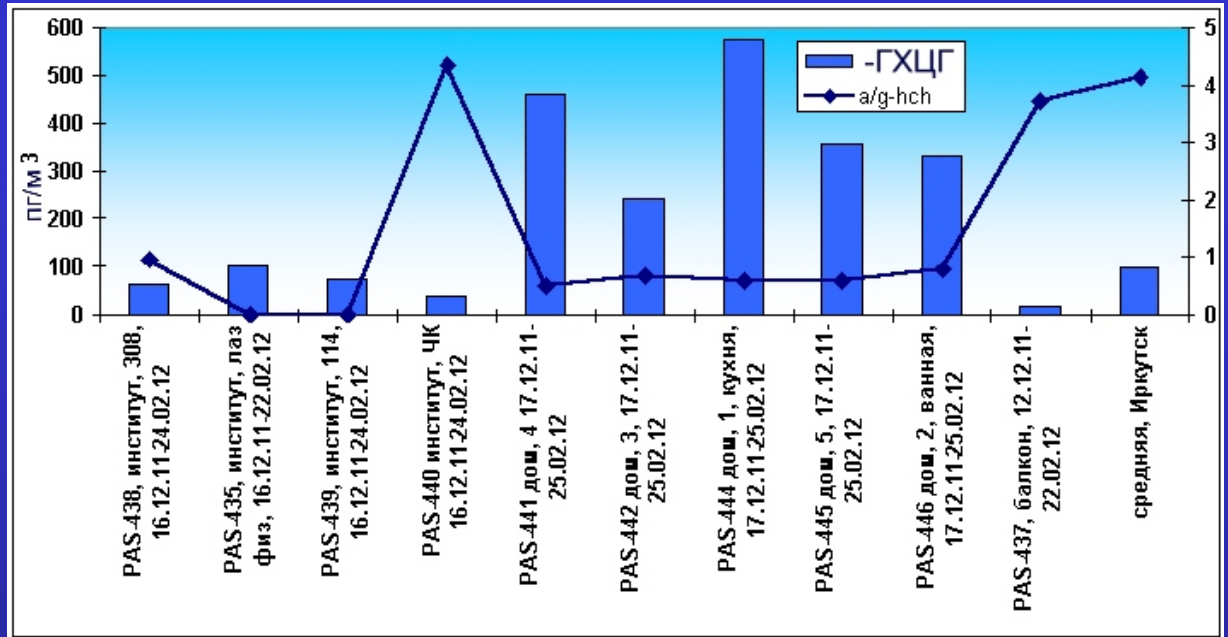
Концентрации большинства СОЗ в атмосферном воздухе в 2008-2011 гг. значительно снизились по сравнению с величинами, найденными во второй половине 1980х гг. (Сурнина и др., 1991).



Отмечено различие уровней концентраций исследованных СОЗ в воздухе в летний и зимний периоды пробоотбора.

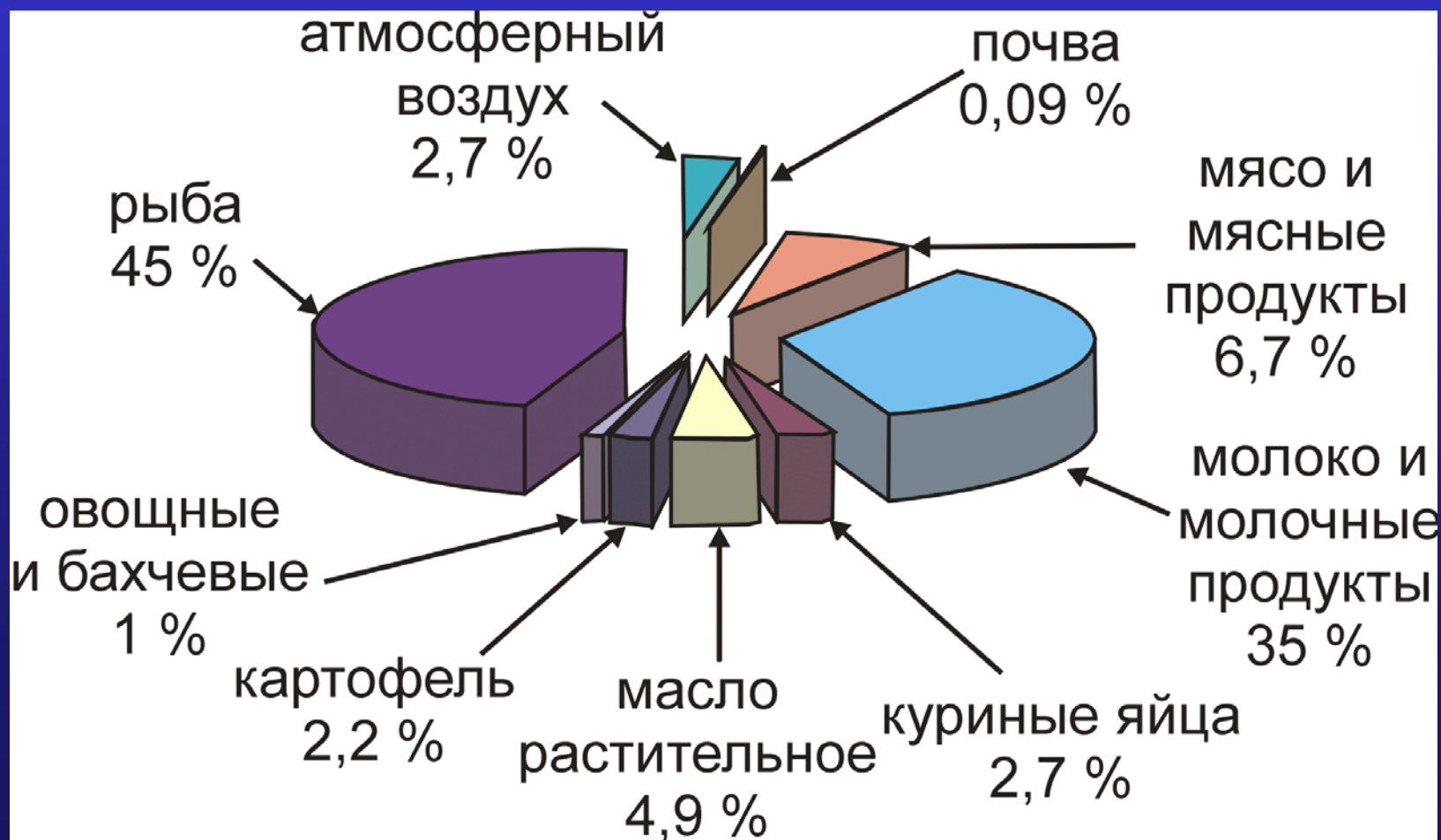


# ГХЦГ в воздухе помещений



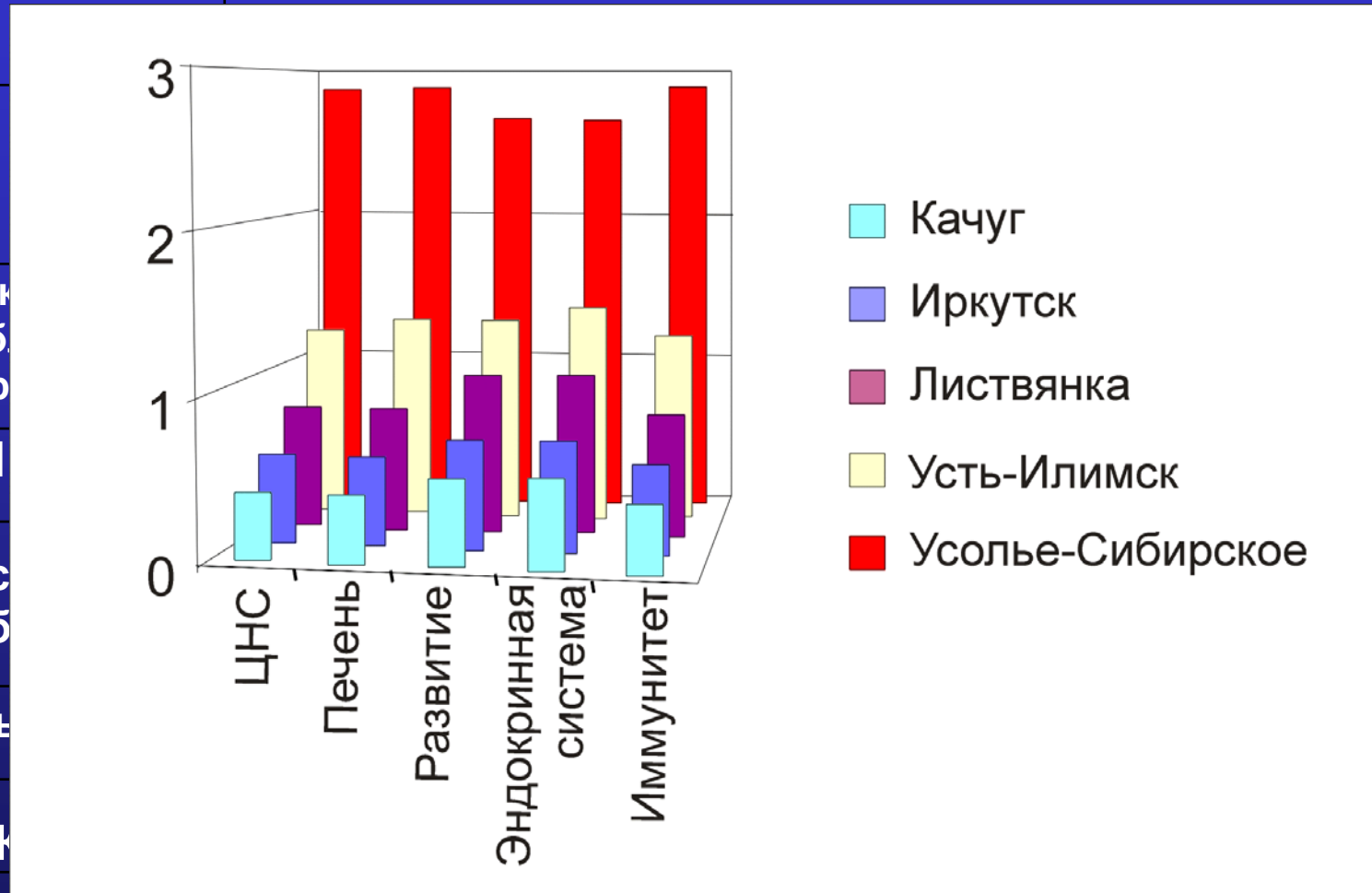
# ПХБ в воздухе помещений

# Относительный вклад воздуха, почвы и продуктов питания в суточное поступление ПХБ в организм жителя Иркутской области



# Индексы опасности при поступлении СОЗ с продуктами питания

## Органы и системы-мишени



Листвянка

0,79

0,80

1,02

1,02

0,79

# Индексы опасности ртути и СОЗ при потреблении рыбы (рыбаки) (цнс, печень, репрод. с., развитие, иммунитет, эндокр. с.)

	Ртуть	СОЗ
Братское вдхр.	7,24 (пос. Балаганск) <i>(Ефимова, Рукавишников, 2001)</i>	7,1-23,6



## Риск возникновения канцерогенных заболеваний при воздействии ХОС в результате потребления продуктов питания

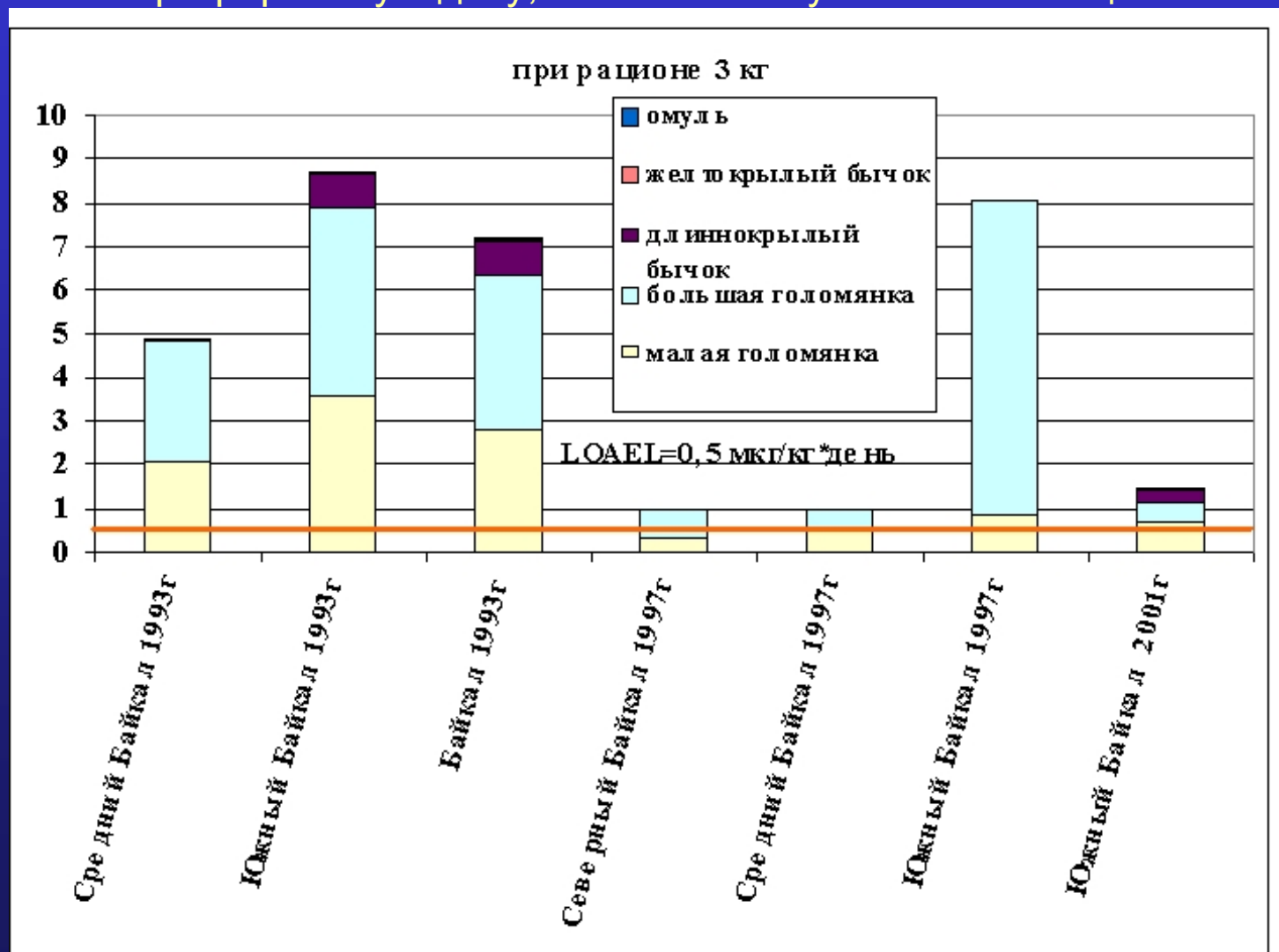
	ПХБ	ДДТ	ГХЦГ	ГХБ	ПХДД	ПХДФ	Сумма CR
	% от суммы CR						
Иркутская область, средняя	15,76	0,67	19,69	3,25	15,36	45,27	2,10*10 <sup>-4</sup> 3 диапазон
Иркутск	26,08	1,10	26,79	5,20	13,32	27,51	8,50*10 <sup>-5</sup> 2 диапазон
Усолье-Сибирское	46,82	1,19	5,83	3,05	11,11	32,00	2,44*10 <sup>-4</sup> 3 диапазон
Усть-Илимск	27,82	8,34	9,24	1,64	23,02	29,95	1,76*10 <sup>-4</sup> 3 диапазон
Качуг	37,63	3,11	34,34	3,64	8,72	12,55	4,48*10 <sup>-5</sup> 2 диапазон
Листвянка	42,22	1,11	19,15	3,00	6,91	27,62	7,42*10 <sup>-5</sup> 2 диапазон

(Мамонтова, Тарасова, 2009)

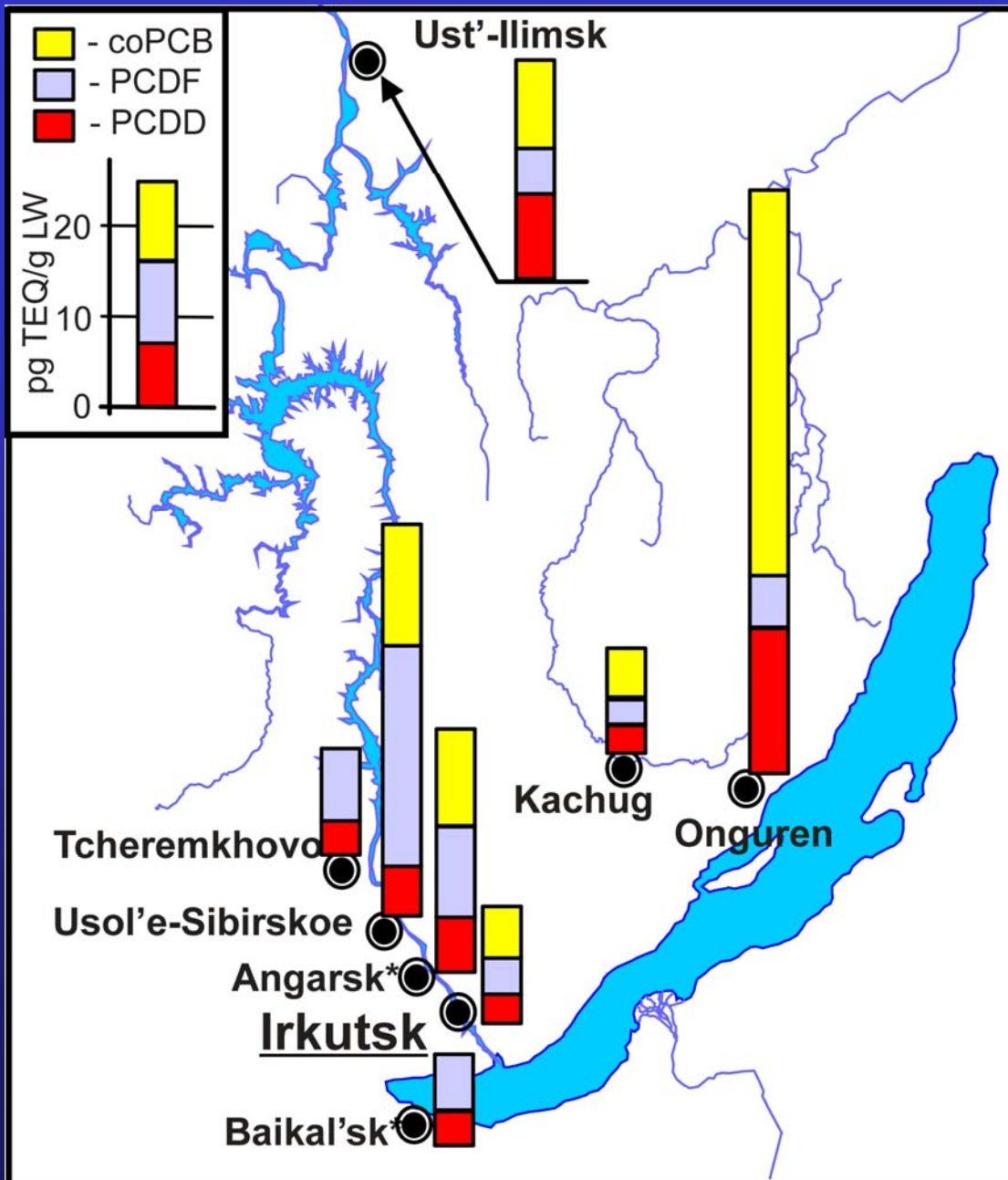


# Нерпа, ПХБ

рассчитанная суточная доза ПХБ для нерпы превышает как референтную дозу, так и LOAEL у млекопитающих



(Полихлорированные бифенилы..., 2005)



Содержание  
ПХДД/Ф, ПХБ в  
грудном молоке

(Mamontova et al., 2005).

Традиционно жителями используется в пищу  
мясо и жир нерпы.

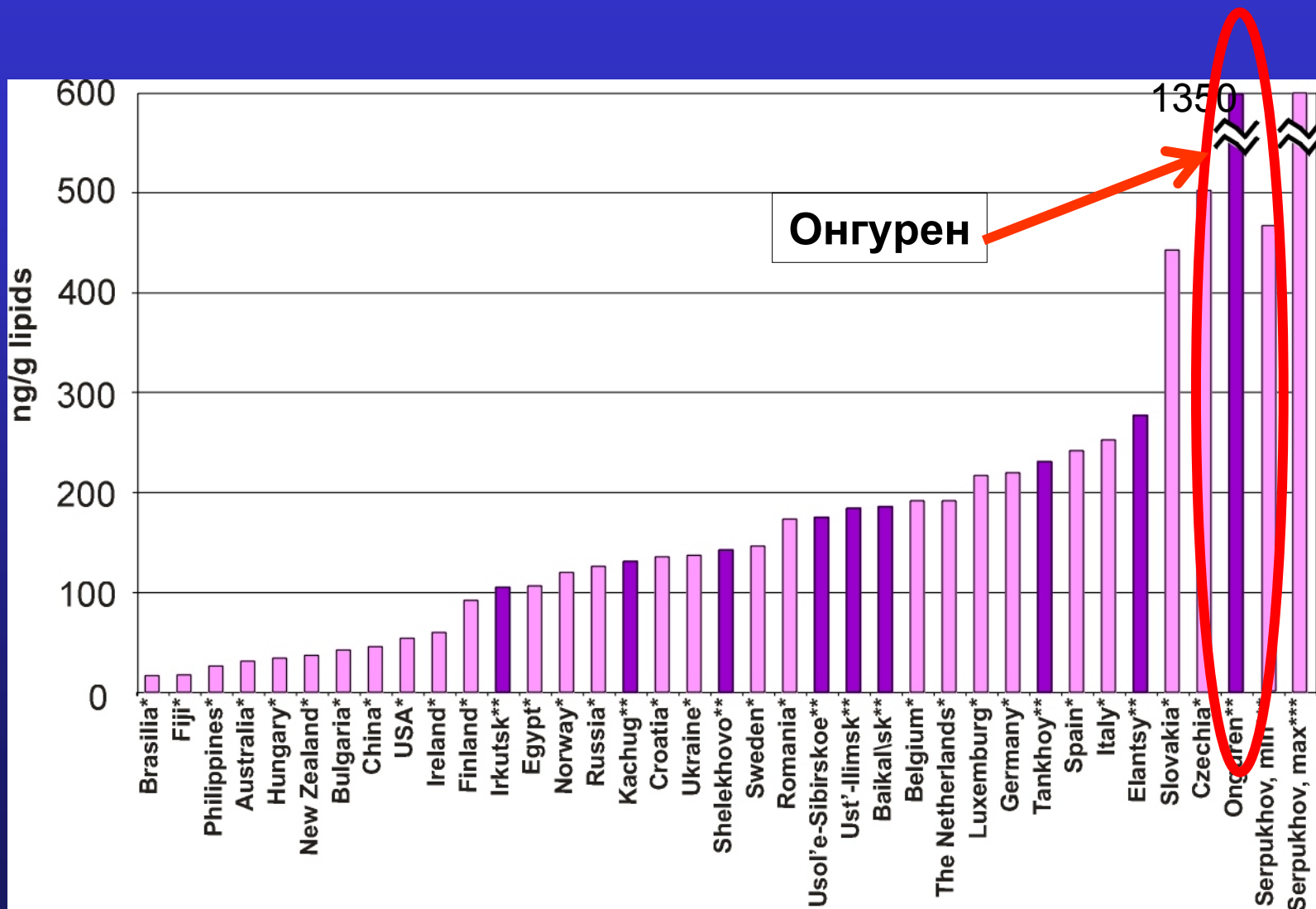
Потребление только 10 г жира нерпы в  
неделю означает

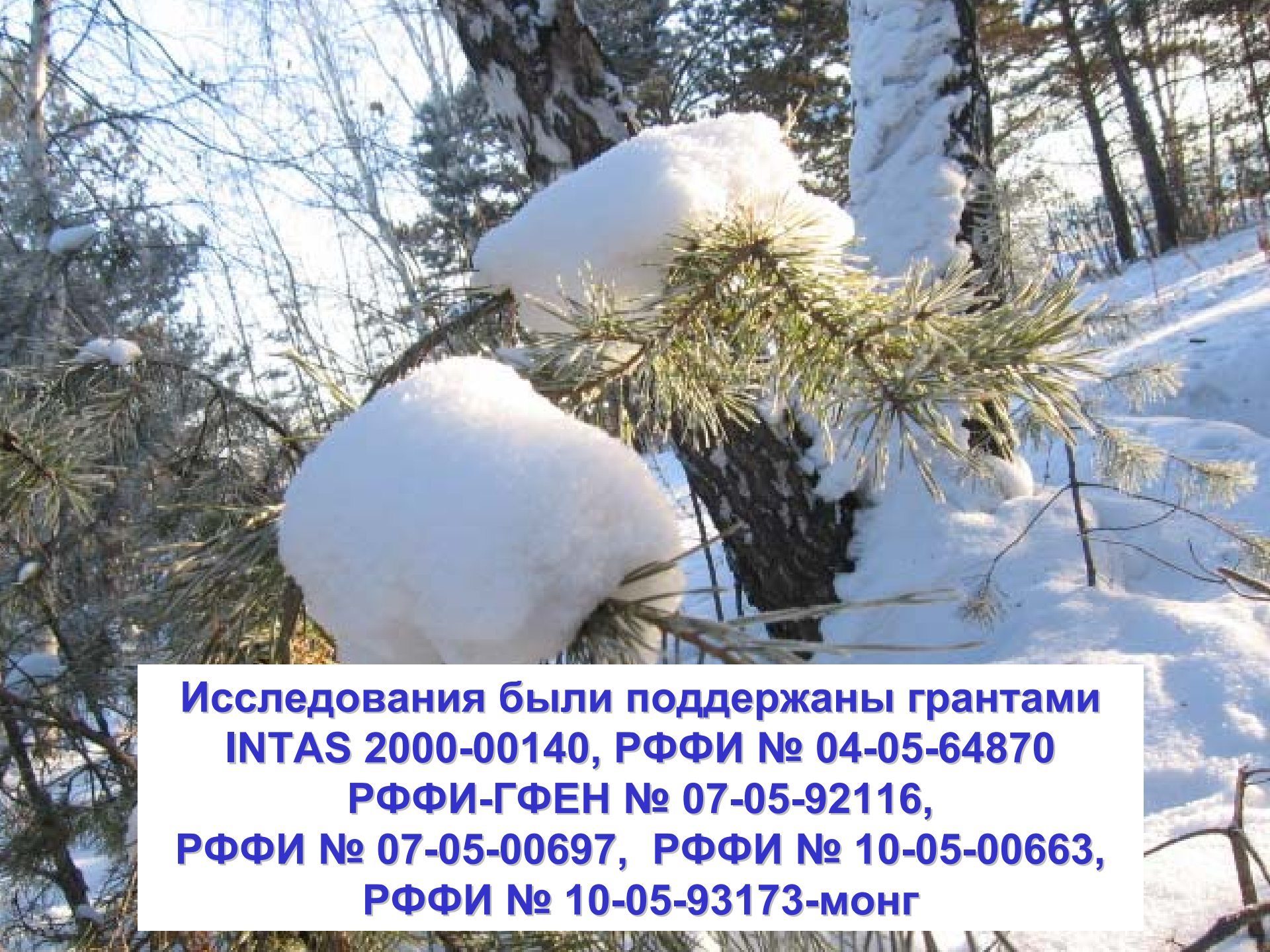
- неканцерогенные заболевания –  
Индекс Опасности = 1,2-1,5

( > 1 - нарушения функций ЦНС, печени,  
иммунной и эндокринной систем, развития  
организма)

- индивидуальный канцерогенный риск -  
ИКР =  $1,2 \cdot 10^{-4}$  (приемлемый  $10^{-6}$ ).

# Сравнение суммы индикаторных ПХБ в грудном молоке жительниц Иркутской области и других стран мира

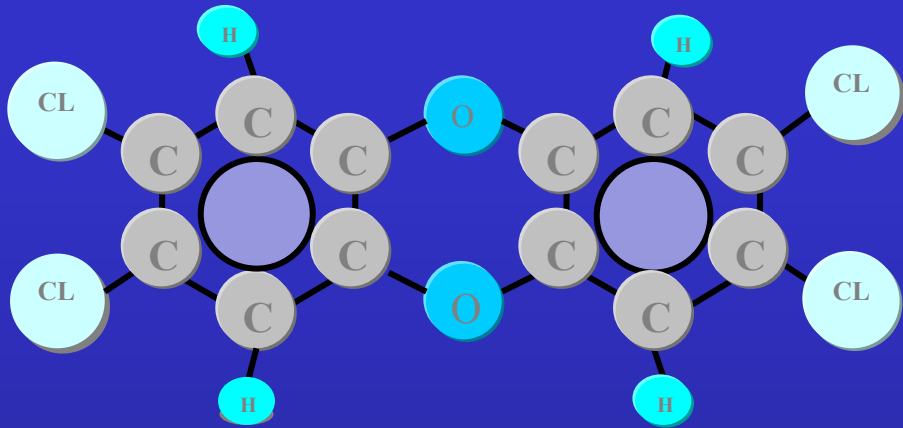




**Исследования были поддержаны грантами  
INTAS 2000-00140, РФФИ № 04-05-64870  
РФФИ-ГФЕН № 07-05-92116,  
РФФИ № 07-05-00697, РФФИ № 10-05-00663,  
РФФИ № 10-05-93173-монг**

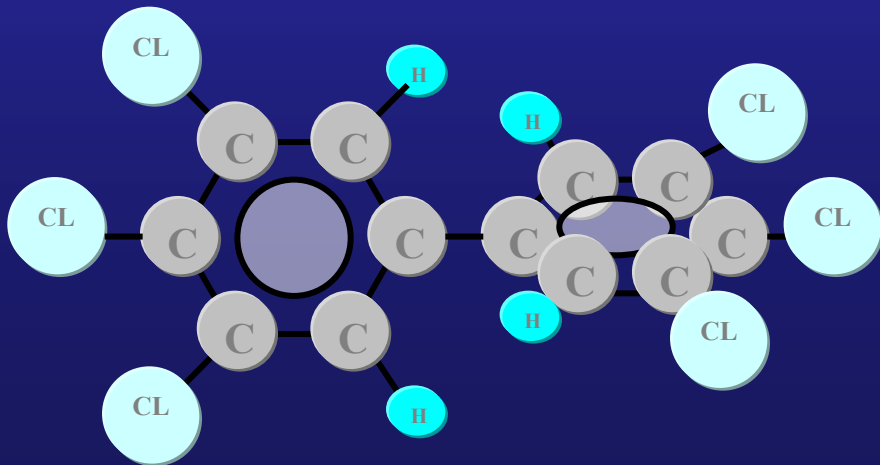
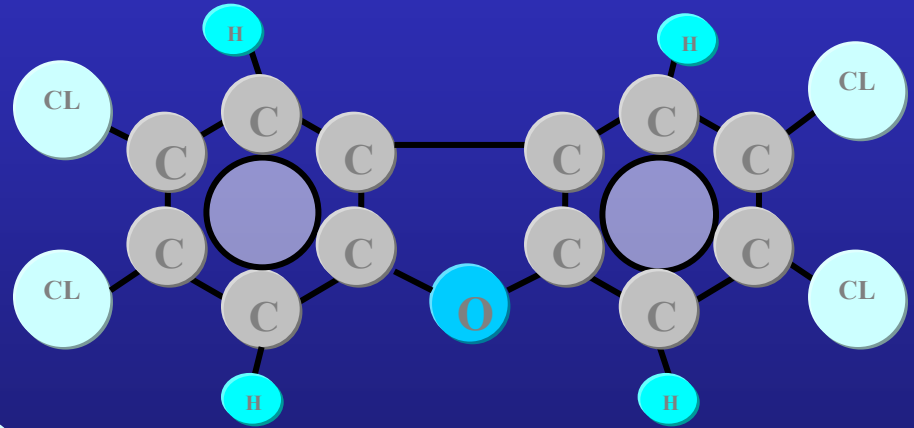
***Спасибо за внимание!***



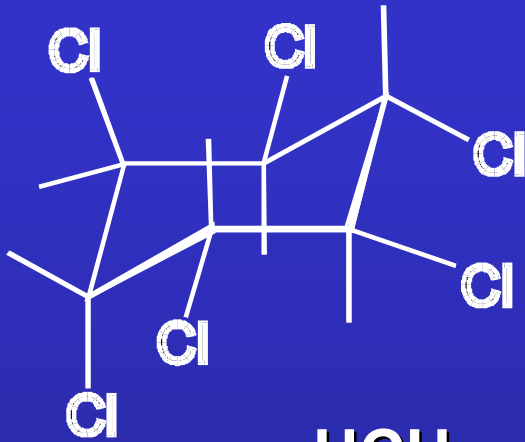


**PCDD (75 congeners)**

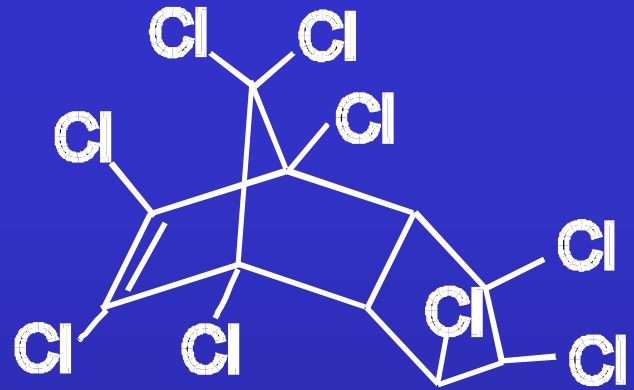
**PCDF (135 congeners)**



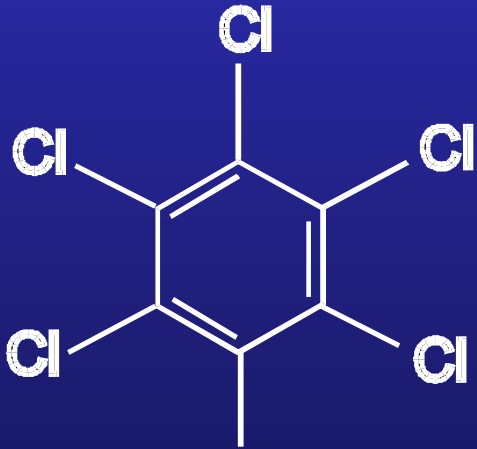
**PCB (209 congeners)**



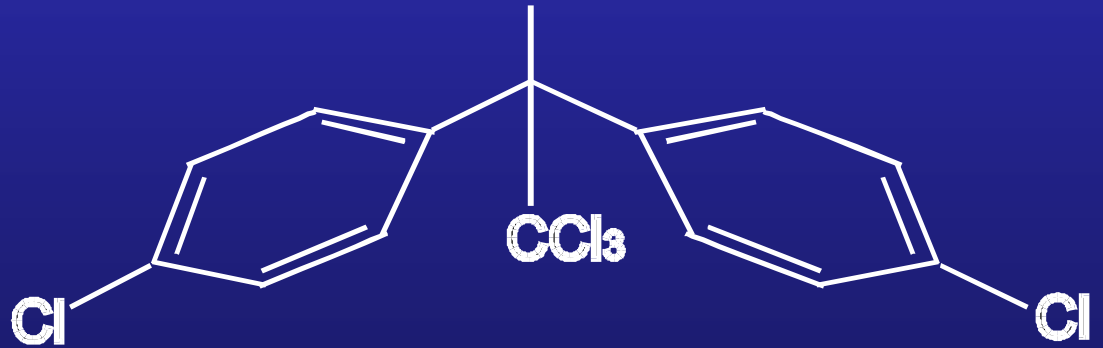
**HCH**



***trans*-nonachlore**



**HCB**



**DDT**



Изучение загрязнения СОЗ биоты, донных отложений, воздуха, почв и воды оз. Байкал и прилегающих территорий проводилось с начала 1980х гг. несколькими группами ученых:

- с 1981 года сотрудниками НПО "Тайфун" (Бобовникова и др., 1985, 1988, 1991, 2001; Bobovnikova et al., 1989) – первые исследования ПХБ и ХОП;
- в 1988-1990 гг. - американским исследователем А. Schecter совместно с российскими учеными (В.А. Коптюгом, М.А. Грачевым и др.) – первые определения ПХДД/Ф в Байкале и регионе;
- в 1991-1993 гг. - канадскими (Kucklick et. al., 1994, 1996, McConnell et al., 1996), японскими (Iwata et al., 1995; Nakata et al., 1995, 1997) исследователями;
- с 1994 года - сотрудниками института токсикологии (Горошева, Сурнина, 1998; Горошева и др., 1996).

**В Иркутской области источниками ПХДД/Ф могут быть следующие крупные предприятия**



Усть-Илимск

ОАО "УИЛПК" и др.

Братск

АО "Братский алюминиевый завод", ОАО "Целлюлозно-картонный комбинат", ОАО "Братсккомплексхолдинг", АООТ комбинат "Братскжелезобетон" и др.

ОАО "Саянскхимпром",  
ОАО "Саянскхимпласт"

ОАО "ХимпромУсолье",  
ОАО "Сибирский силикон,  
Усольский  
Химфармкомбинат", ОАО  
ПО "Усольмаш", ОАО  
"Усольский железобетон"

Саянск

АО "Ангарская НХК", ОАО Ангарский завод полимеров, Ангарский завод катализаторов и органического синтеза, ОАО "Сибреактив", ОАО Ангарский завод бытовой химии, АО "Ангарскцемент", ООО "Ангарский кирпичный завод", ЗАО "Ангарский керамический завод" и др.

Усолье-Сибирское

Иркутск

ОАО "Литмаш", ОАО "Иркутский завод тяжелого машиностроения" и др.

Ангарск

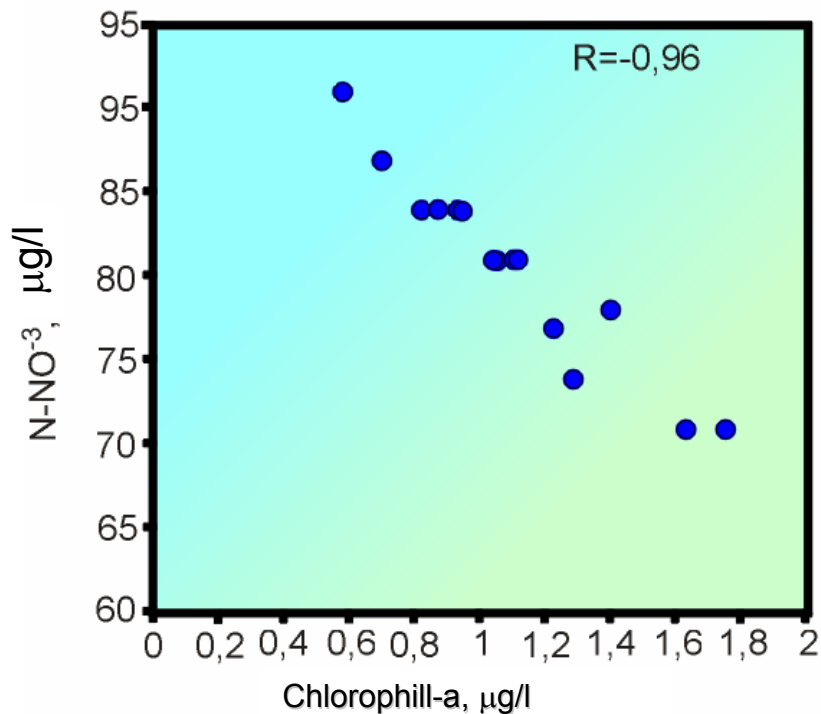
Шелехово

Байкальск

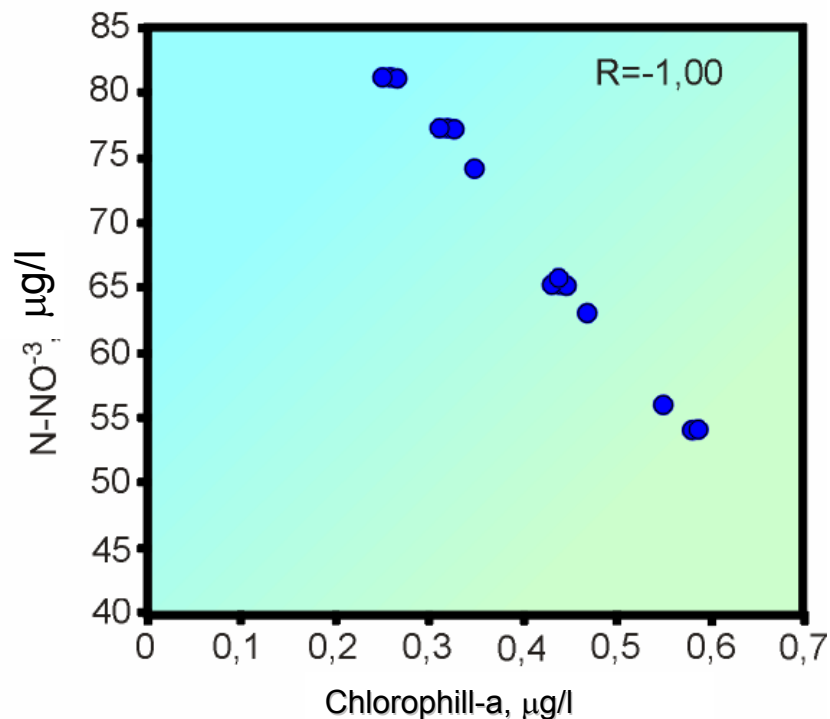
БЦБК

ЗАО "Кремний", ОАО "Иркутсккабель", ОАО "ИрКАЗ-СУАЛ", ОАО "Шелеховский завод ЖБИ»

Near the Cape of Tolsty



Near the settlement of B. Koty



**Зависимость весенней концентрации хлорофилла-а от нитратного азота зимой в пелагиали Южного Байкала у м. Толстого и в прибрежной части озера у п. Б.Коты**

**Dependence between PCB concentration in lake plankton and nitrogen content in Lake Baikal water**

