

**Многие спекулируют на
заблуждениях, обманывая
глупое большинство.**

Леонардо да Винчи



АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В.Н. МАЙСТРЕНКО

**БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Тел. (347) 229-97-12

E-mail: V_maystrenko@mail.ru



Майстренко Валерий Николаевич, доктор химических наук, профессор, директор Научно-исследовательского института безопасности жизнедеятельности, заведующий кафедрой неорганической химии Башкирского государственного университета. Область научных интересов – электроаналитическая химия, химически модифицированные электроды, аналитическая химия суперэкоотоксикантов. Автор более 200 научных публикаций, в том числе четырех монографий.



Клюев Николай Алексеевич (1939–2003), кандидат химических наук, заведовал лабораторией аналитической экотоксикологии в Институте проблем экологии и эволюции РАН. Научная деятельность была связана с анализом объектов окружающей среды, практическими приложениями методов молекулярной масс-спектрометрии и хромато-масс-спектрометрии. Им разработан ряд методик определения суперэкоотоксикантов, в том числе полихлорированных дибензо-*p*-диоксинов и дибензофуранов, в окружающей среде, пищевых продуктах и технических материалах. Изучая много лет диоксиновые загрязнения во Вьетнаме, открыл явление проникновения диоксинов в глубокие почвенные горизонты в условиях тропиков. Автор более 400 научных статей, 14 изобретений и двух монографий.



ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ



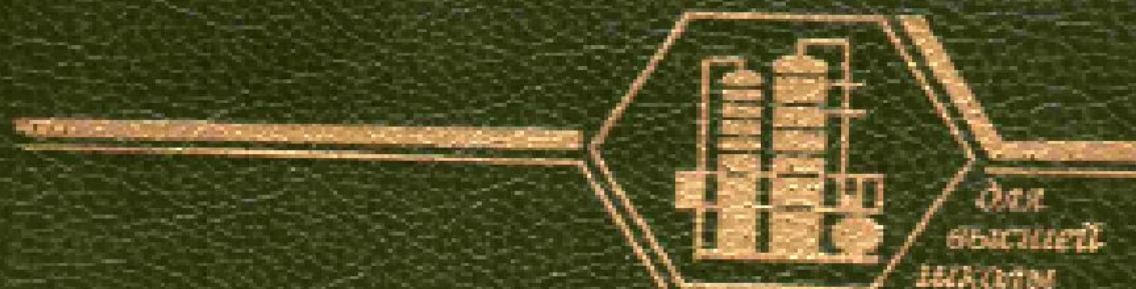
В. Н. Майстренко, Н. А. Клюев

ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ



БИНОМ

Книгу можно заказать по адресу: www.Lbz.ru



*В.Н. Майстренко, Р.З. Хамитов,
Г.К. Будников*

Эколого- аналитический мониторинг супертоксикантов

Число используемых человечеством химических веществ превышает **120 000** (токсичность $\sim 70\%$ неизвестна), тогда как номенклатура нормируемых показателей включает в себя лишь **1 300** наименований для питьевой воды, около **2 000** в воздухе населенных мест и около **3 000** в воздухе рабочей зоны.

В организме каждого из нас содержится приблизительно **500** химических веществ – потенциальных ядов, отсутствовавших в начале XX века.

Приоритетные загрязнители

Мгновенного действия

Отравляющие вещества

Синтетические яды

Компоненты ракетных топлив

Пролонгированного действия

Полициклические ароматические углеводороды

Малоустойчивые органические соединения

Токсичные металлы

Стойкие органические загрязнители

Диоксины

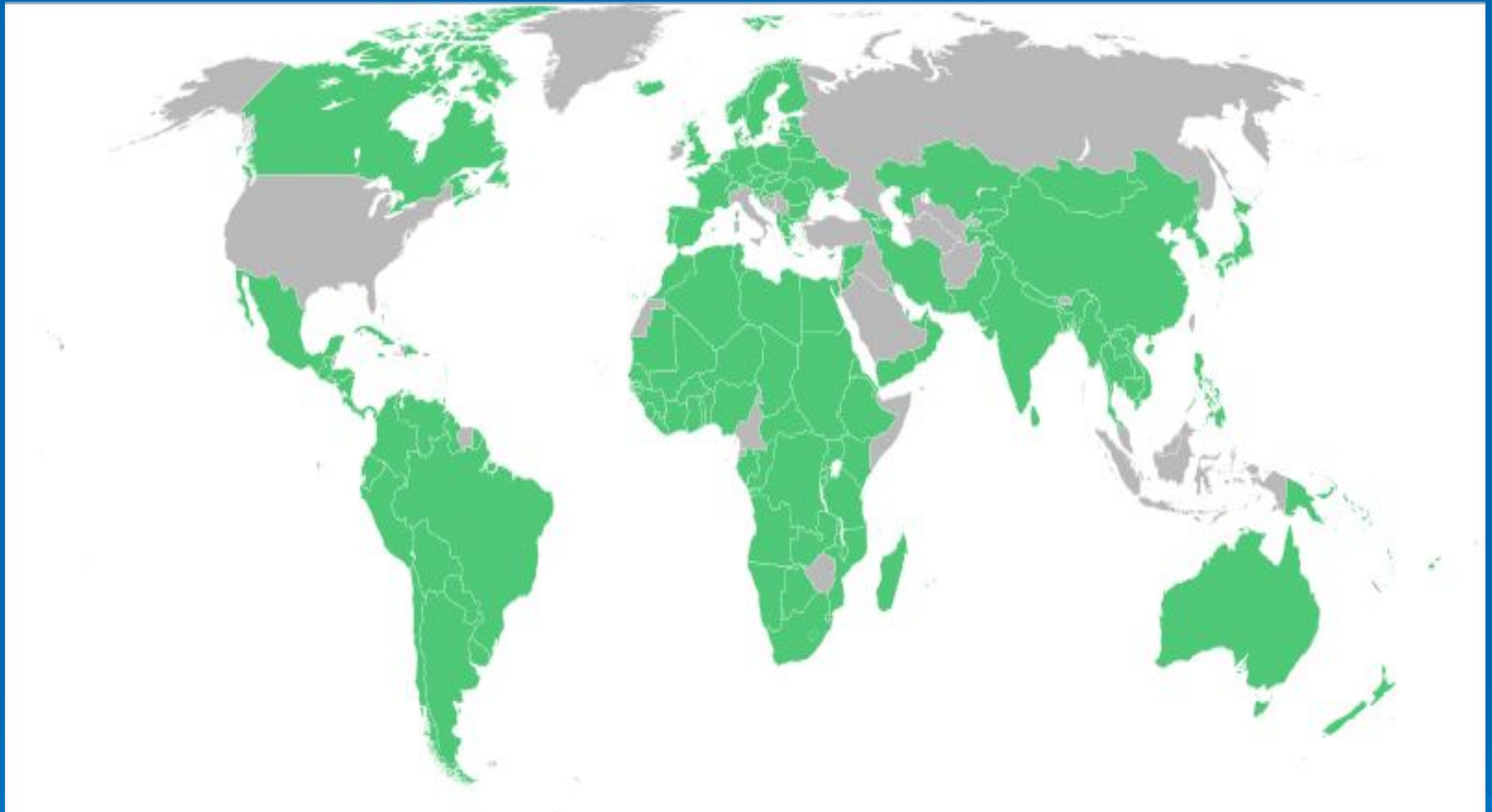
Полихлорированные бифенилы

Хлорорганические пестициды

- **Стойкие органические загрязнители (СОЗ)** – органические вещества природного или антропогенного происхождения, которые трудно подвергаются фотолитическому, химическому или биологическому разложению, характеризуются низкой растворимостью в воде, хорошей растворимостью в жирах и накапливаются в тканях живых организмов, переносятся в окружающей среде с пресными и морскими водами, по воздуху, и с частицами пыли, что позволяет им преодолевать большие расстояния и широко рассеиваться в окружающем мире.
- **Основные критерии СОЗ** – высокая токсичность, способность к накоплению в трофических цепях, устойчивость в окружающей среде. Среди показателей токсичности определяющими являются канцерогенность, мутагенность, влияние на репродуктивные функции, эндокринный статус, нервно-психическое состояние.

По Стокгольмской конвенции (подписана в мае 2001 г) в число СОЗ вошли 12 веществ («грязная дюжина»):
пестициды – альдрин, дильдрин, эндрин, хлордан, мирекс, ДДТ, гептахлор, гексахлорбензол, токсафен;
полихлорированные бифенилы (ПХБ); полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ).

- **В настоящее время к СОЗ относят около 60 веществ**, имеющих высокую токсичность и устойчивость в окружающей среде, а также способность к биоаккумуляции и биоконцентрированию:
- **Пестициды** - альдрин, дильдрин, эндрин, хлордан, мирекс, ДДТ, гептахлор, гексахлорбензол, токсафен, хлордекон, эндосульфат, линдан, гексахлорциклогексан (гексахлоран), гептахлорэпоксид, атразин.
- **Промышленные вещества** - ПХБ, гексабромбифенил, пентахлорфенол, октил- и нонилфенолы, пентахлорнитробензол, фталаты, 1,2-, 1,3- и 1,4-дихлорбензолы, 1,2,4-трихлорбензол, 1,2,4,5-тетрахлорбензол, пента- и гексахлорбензолы, хлорпарафины.
- **Органические соединения металлов** – ртути, свинца, олова.
- **Побочные промышленные продукты** – ПХДД, ПХДФ, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) .



Страны, подписавшие и ратифицировавшие конвенцию о СОЗ

**Допустимые суточные дозы (ДСД)
потребления человеком некоторых СОЗ
(по данным ВОЗ)**

СОЗ	ДСД, мкг/кг	СОЗ	ДСД, мкг/кг
Диоксины	1-4 пг	ПХБ	1
ДДТ	5	Гептахлор	0,5
Линдан	12,5	Хлордан	0,05
Альдрин	0,1	Мирекс	0,07
Дильдрин	0,1	ГХБ	0,6
Эндрин	0,1	Токсафен	0,2

Предельные допустимые концентрации некоторых СОЗ

Вещество	Вода*, мг/л	Воздух**, мг/м ³	Почва, мг/кг
ПХДД/ПХДФ	$2 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-10}$	-
Бенз(а)пирен	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	0,02
ПХБ	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	0,1
ДДТ	0,1	$5 \cdot 10^{-4}$	0,1
Гептахлор	0,05	$2 \cdot 10^{-4}$	0,05
Тетраэтилсвинец	н/д	$1 \cdot 10^{-4}$	-
Диэтилртуть	$1 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	-
1,2-Дихлорбензол	$2 \cdot 10^{-3}$	0,03	-
Дибутилфталат	$1 \cdot 10^{-3}$	0,1	-

* хозяйственно-питьевого назначения; ** среднесуточная

Классы опасности веществ

Показатель	Класс опасности			
	I	II	III	IV
ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	< 0,1	0,1 – 1,0	1,1 – 10,0	> 10,0
DL ₅₀ , мг/кг:				
при введении в желудок	< 15	15 – 150	151 – 5000	> 5000
при нанесении на кожу	< 100	100 – 500	501 – 2500	> 2500
CL ₅₀ в воздухе, мг/м ³	< 500	500 – 5000	5001–50000	> 50000
Коэффициент возможного ингаляционного отравления	> 300	300 – 30	29 – 3	< 3
Зона острого действия	< 6,0	6,0 – 18,0	18,1 – 54,0	> 54,0
Зона хронического действия	> 10,0	10,0 – 5,0	4,9 – 2,5	< 2,5
Пороговая концентрация, мг/л:				
острого действия	< 0,01	0,01 – 0,1	0,11 – 1,0	> 1,0
хронического действия	> 10	10 – 5	4,9 – 2,5	< 2,5

Стойкие органические загрязнители, представляющие наибольшую опасность для окружающей среды и человека

- Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ).
- Хлорорганические пестициды (ХОП).
- Полихлорированные бифенилы (ПХБ).
- Полихлорированные дибензо-*p*-диоксины и дибензофураны (ПХДД/ПХДФ).
- Хлорфенолы и хлорбензолы.
- Фталаты.
- Металлоорганические соединения

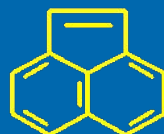
- Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – большая группа органических соединений, содержащих два или более бензольных кольца. Они опасны прежде всего из-за высокой канцерогенной и мутагенной активности.
- Образование и поступление ПАУ в окружающую среду связано с микробиологическими и высокотемпературными (лесные пожары, вулканическая деятельность и др.) процессами, протекающими в природе, и антропогенными факторами (работа промышленности, сжигание топлива, транспортные выхлопы и т.п).

ПАУ

1.



2.



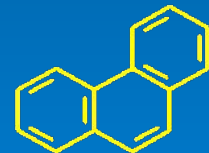
3.



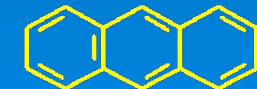
4.



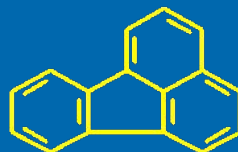
5.



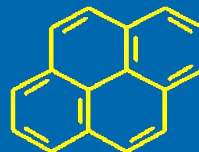
6.



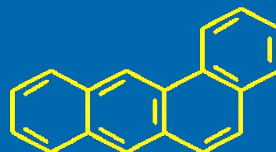
7.



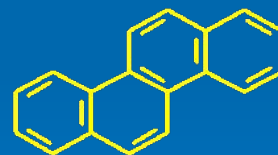
8.



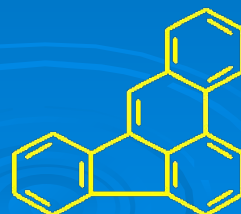
9.



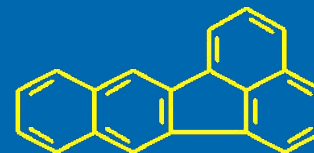
10.



11.

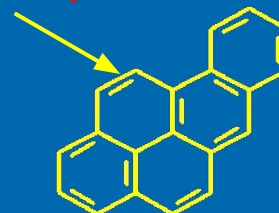


12.

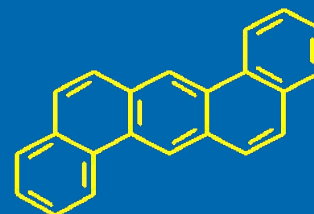


Бенз(а)пирен

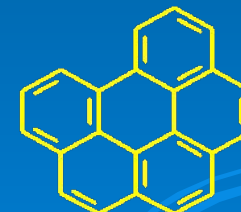
13.



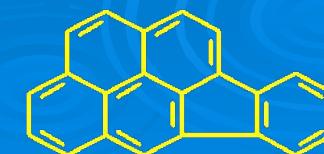
14.

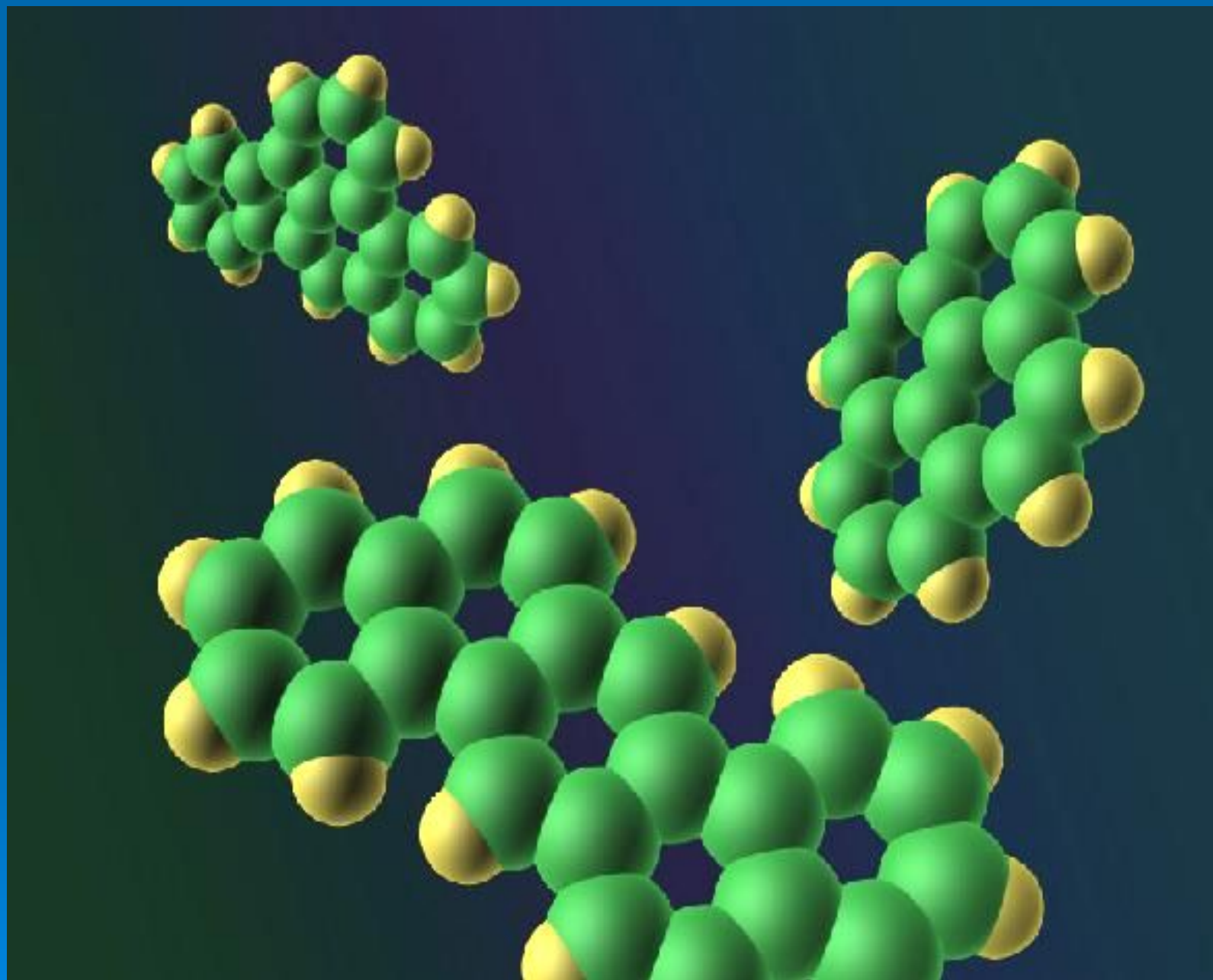


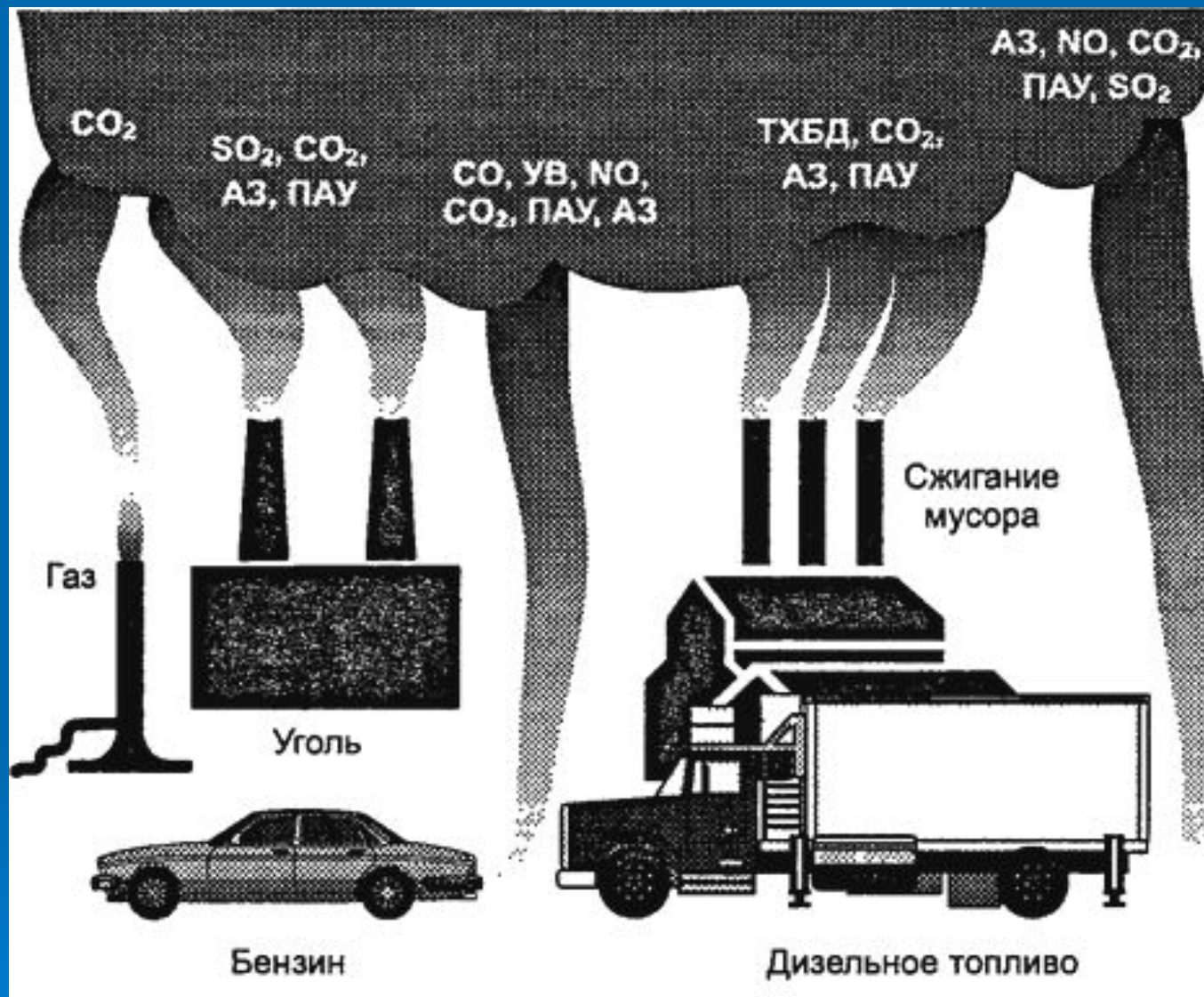
15.



16.







Источники эмиссии ПАУ в атмосферный воздух

Коэффициенты токсичности (КТ) ПАУ относительно бенз(а)пирена

ПАУ	КТ	ПАУ	КТ
Бенз(а)пирен	1	Бенз(g,h,i)перилен	0,01
Дибенз(а,h)антрацен	1	Аценафтилен	0,001
Бенз(j+b)флуорантен	0,1	Аценафтен	0,001
Бенз(k)флуорантен	0,1	Флуорен	0,001
Индено(1,2,3-cd)пирен	0,1	Фенантрен	0,001
Антрацен	0,01	Флуорантен	0,001
Хризен	0,01	Пирен	0,001



Схема метаболизма ПАУ у млекопитающих

Наибольшую канцерогенную активность имеют бенз(а)пирен и дибенз(а,һ)антрацен. ПДК для бенз(а)пирена: среднесуточная для воздуха – 1 нг/м^3 , для поверхностных вод – 5 нг/л , для сухой почвы – 20 мкг/кг .

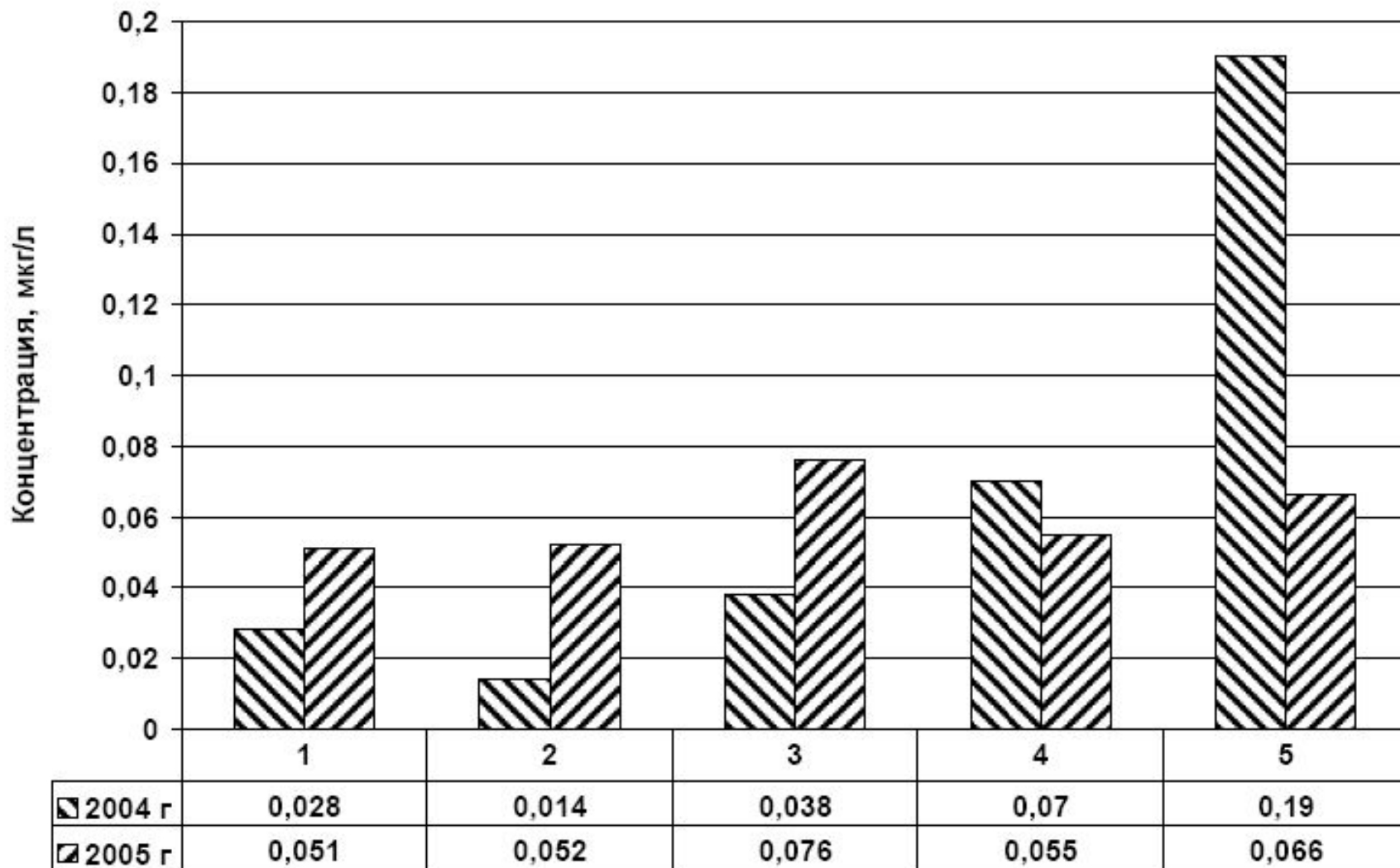
Приоритетные ПАУ для поверхностных вод: бенз(а)пирен и бенз(б)флуорантен (сильные канцерогены), бенз(ɡ,һ,і)перилен и индено(1,2,3-с,д)пирен (слабые канцерогены), флуорантен и бенз(к)флуорантен (неканцерогенные, но токсичные).

Индикаторы промышленных выбросов: пирен, флуорантен, бенз(ɡ,һ,і)перилен и индено(1,2,3-с,д)пирен.

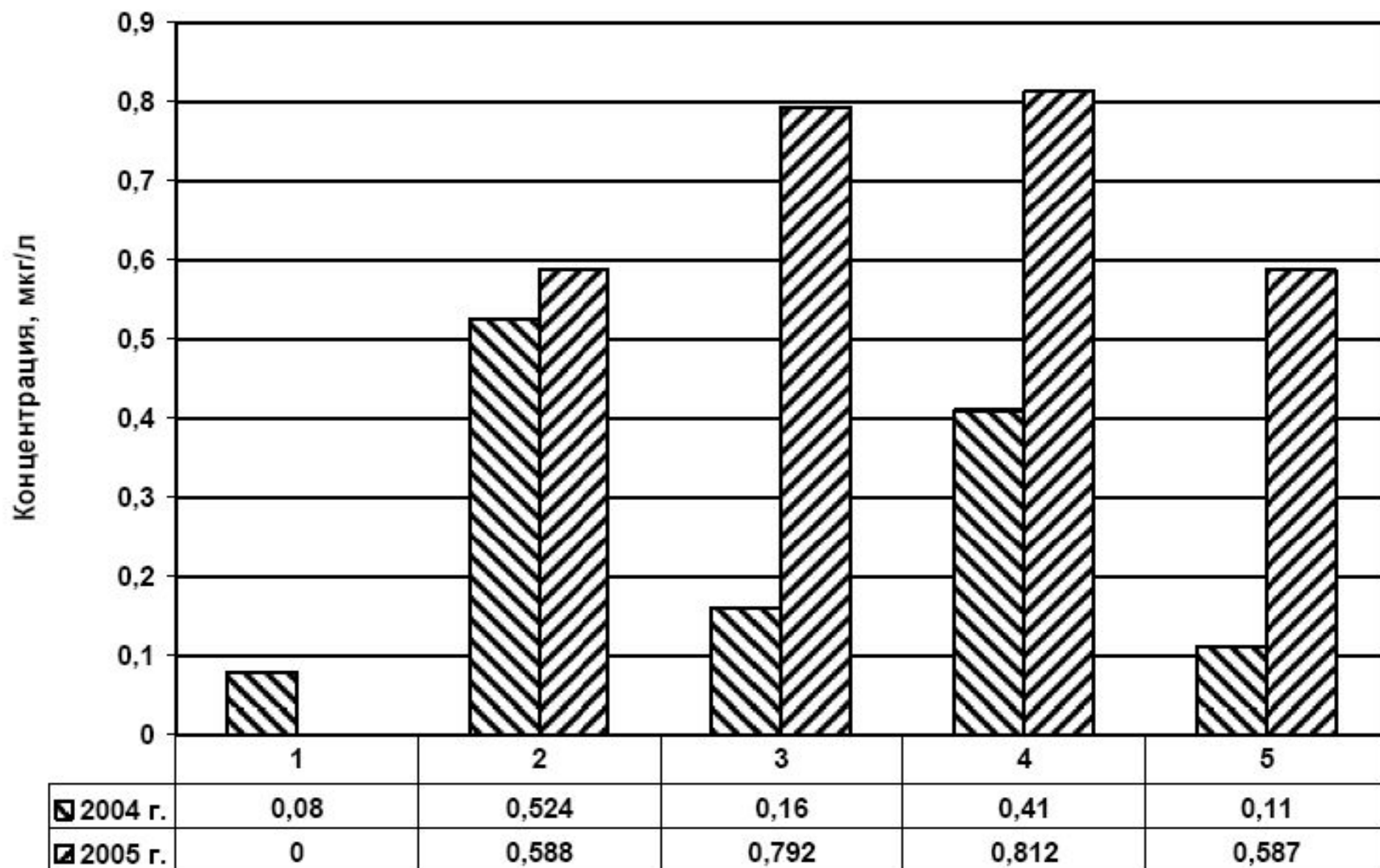
Индикаторы автомобильных выбросов: бенз(ɡ,һ,і)перилен, индено(1,2,3-с,д)пирен и бенз(б)флуорантен.

Содержание ПАУ в снеге, мкг/м² (г. Уфа, ул. Блюхера)

Вещество	Январь	Февраль	Март
Нафталин	12,1	16,0	18,1
Аценафтилен	1,4	2,2	3,0
Аценафтен + Флуорен	-	-	-
Фенантрен	20,0	24,1	55,9
Антрацен	0,5	1,2	1,3
Флуорантен	98,5	124,8	176,8
Пирен	52,3	95,1	100,1
Бенз(а)антрацен + Хризен	15,0	26,4	38,2
Бенз(б)флуорантен	10,5	18,3	35,3
Бенз(к)флуорантен	18,1	26,1	42,1
Бенз(а)пирен	5,0	7,0	8,0
Дибенз(г,н)антрацен	1,1	1,3	2,2
Бенз(г,н,и)перилен	3,3	4,3	5,7
Индено(1,2,3-сд)пирен	10,4	12,1	16,1



**Результаты определения содержания бенз(а)пирена
в атмосферном воздухе г. Сургута**

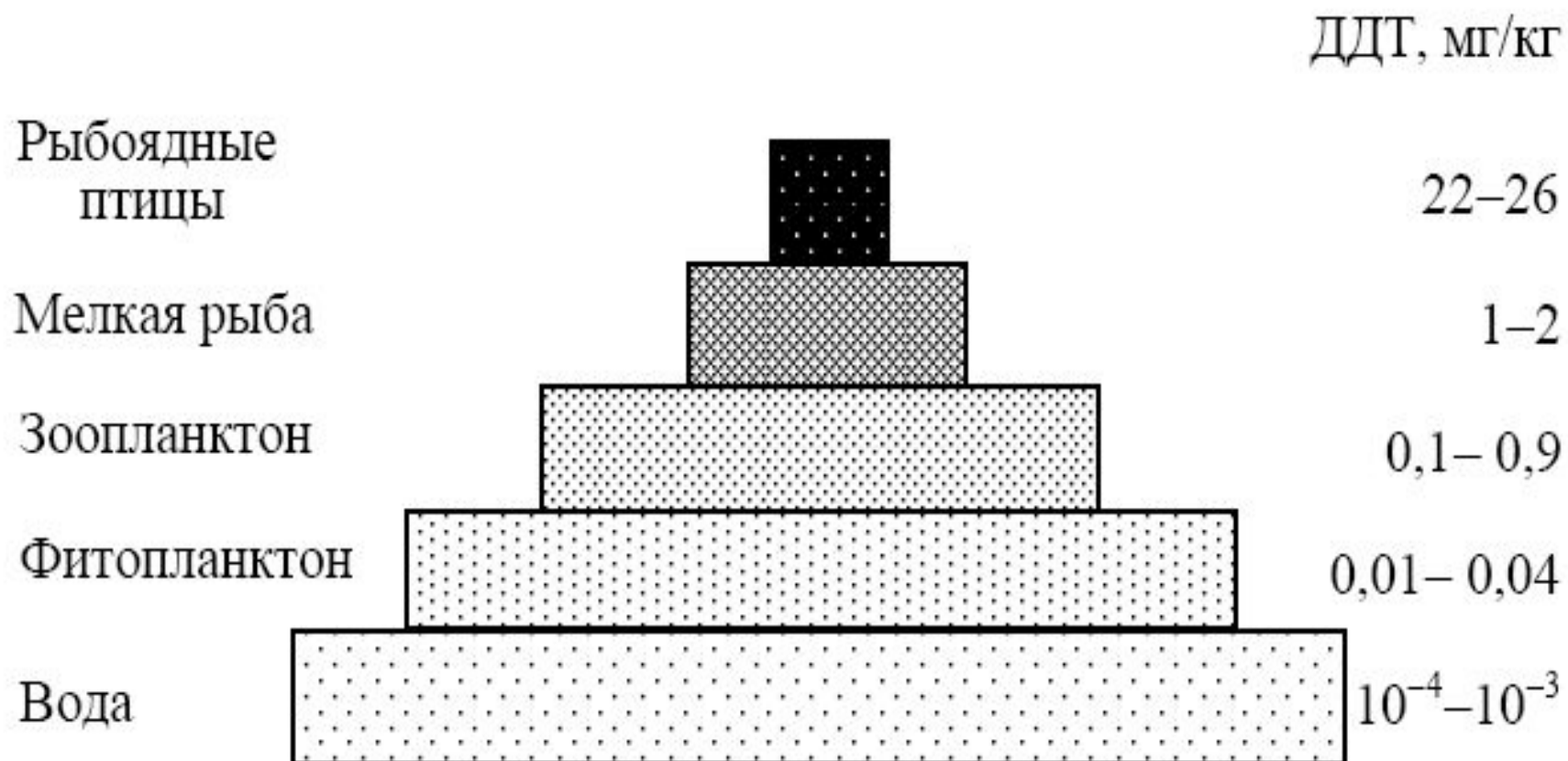


**Результаты определения содержания антрацена
в атмосферном воздухе г. Сургута**

Средние концентрации бенз(а)пирена в природных средах

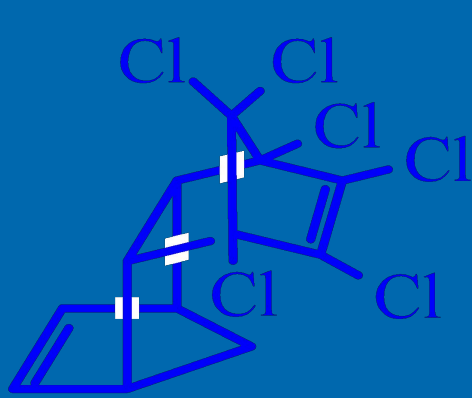
Регион	Воздух, нг/м ³	Вода, нг/л	Почва, нг/кг
США	1 - 6	3 - 80	2 - 30
Россия	1 - 4	2 - 11	5 - 8
Северный Кавказ	1,2 – 2,8		
Европейская часть	1,3 – 3,0		
Западная Сибирь	1,7 – 3,4		
Восточная Сибирь	1,9 – 4,4		
Дальний Восток	2,2 – 4,0		
Германия	-	1 - 25	-

- На территории России скопилось от 24 до 40 тысяч тонн устаревших и запрещенных к употреблению пестицидов, которые хранятся с нарушениями действующих правил.
- На рынках продаются запрещенные препараты – ДДТ, гексахлоран, хлорофос или препараты, срок годности которых истек.
- По данным Всемирной продовольственной организации (FAO):
 - 60 % хлорсодержащих гербицидов, 90 % фунгицидов и 30 % инсектицидов вызывают опухоли у животных.
 - до 40 % фруктов, овощей и зерна содержат остатки пестицидов, а в 5 % их содержание превышает допустимые нормативы (особенно в Индии и Китае).

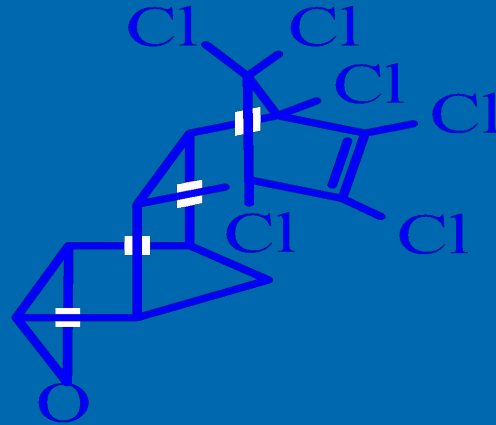


Концентрирование ДДТ в пищевой цепи

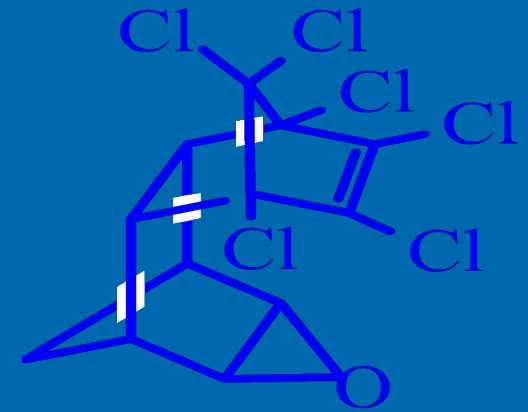
Пестициды



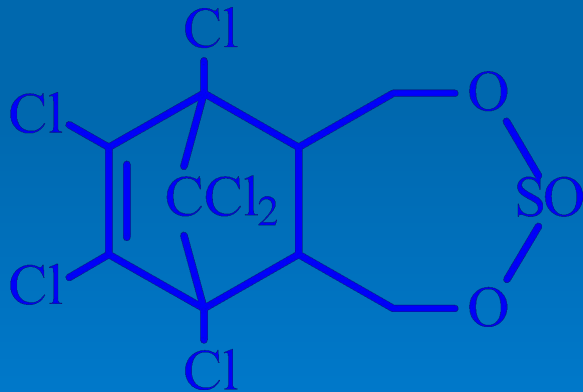
Альдрин



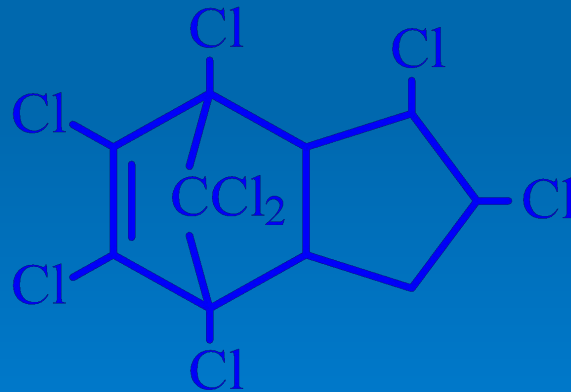
Дильдрин



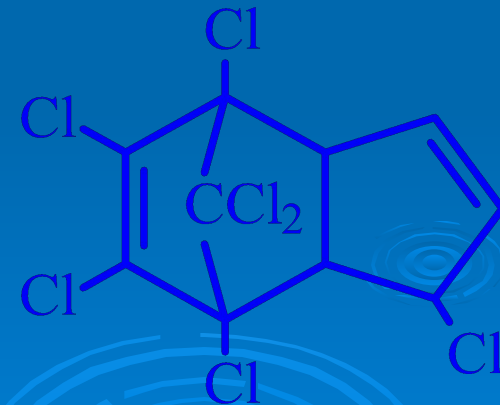
Эндрин



Эндосульфан



Хлордан



Гептахлор



Классификация ХОП по канцерогенному риску для человека (данные МАИР)

- **Группа 3 (неклассифицируемые на основании имеющихся сегодня данных): альдрин, дильдрин, эндрин, гептахлор**
- **Группа 2Б (возможные канцерогены): хлордан, токсафен, ДДТ, мирекс, гексахлорбензол**

Гигиенические регламенты для некоторых ХОП

Норматив	ГХЦГ	Линдан	Альдрин	Гептахлор	ДДТ
ПДК в воздухе, мг/м ³					
максимально-разовая	0,03	0,03	0,001	0,001	0,001
среднесуточная	0,03	0,03	-	0,0002	0,0005
ПДК в воде, мг/л*	0,02	0,02	0,002	0,05	0,1
ПДК в почве, мг/кг	0,1	0,1	-	0,05	0,1
ОДК в кормах для с/х животных, мг/кг	0,05	0,05	н/д**	н/д	0,05
ОДК в пищевых продуктах, мг/кг					
зерно, овощи	0,5	0,5	н/д	н/д	0,1
сливочное масло, жир	0,2	0,2	н/д	н/д	1,25***
рыба	0,2	0,2	н/д	н/д	0,2
молоко, мясо, яйца	0,0005	0,0005	н/д	н/д	0,005
Летальная доза, мг/кг	300-500	125	10-65	350	250-400

* санитарно-бытовая

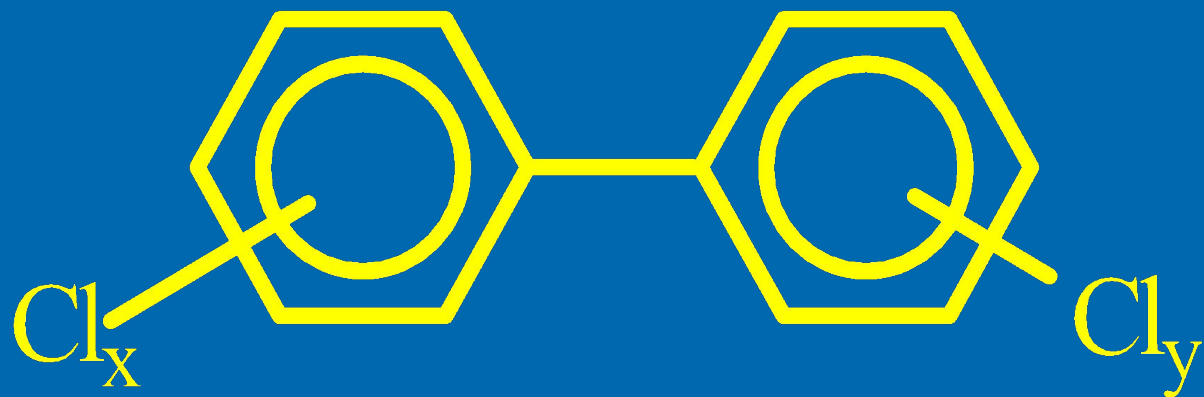
** присутствие не допускается

*** в пересчете на жир

Средние концентрации пестицидов на территории заповедников РФ

Заповедник	Осадки, нг/л		Вода, нг/л		Отложения, нг/г	
	ГХЦГ	ДДТ	ГХЦГ	ДДТ	ГХЦГ	ДДТ
Астраханский	28	66	24	34	96	6
Березинский	38	69	18	48	8	4
Кавказский	53	83	53	84	13	9
Приокский	54	77	41	47	6	6
Центральный	7	49	7	57	9	12
Баргузинский	30	49	38	59	-	-
Боровое	78	74	45	39	1,7	0,5
Сихотэ-Алиньский	42	36	2	18	-	-
Чаткальский	186	16	20	8	-	-

ПХБ



- **Загрязнение окружающей среды полихлорированными бифенилами (ПХБ)** – глобальная экологическая проблема, требующая незамедлительного решения.
- **В СССР и РФ ПХБ** в массовом количестве производили с 1934 до конца 1995 года. Их применяли в качестве диэлектрических жидкостей в трансформаторах и конденсаторах под названиями «Совол» и «Совтол», а также в качестве пластификаторов при производстве лаков и полимерных материалов, смазок и фунгицидов для защиты древесины.
- **В настоящее время** в Российской Федерации в эксплуатации и в резерве находится более 200 000 трансформаторов и конденсаторов, содержащих около 18 000 тонн ПХБ

Коэффициенты токсичности (ДЭ) ПХБ для млекопитающих

ПХБ	ДЭ	ПХБ	ДЭ
3,3',4,4'-ТХБ	0,0001	2,3',4,4',5-ПХБ	0,0001
3,4,4',5-ТХБ	0,0001	2',3,4,4',5-ПХБ	0,0001
3,3',4,4',5-ПХБ	0,1	2,3,3',4,4',5-ГХБ	0,0005
3,3',4,4',5,5'-ГХБ	0,01	2,3,3',4,4',5'-ГХБ	0,0005
2,3,3',4,4'-ПХБ	0,0001	2,3',4,4',5,5'-ГХБ	0,0001
2,3,4,4',5-ПХБ	0,0005		

□ **ПДК для ΣПХБ:**

атмосферный воздух – 1 мкг/м³

воздух рабочей зоны – 1 мг/м³

вода хозяйственного, питьевого и культурно-бытового назначения – 1 мкг/л
молоко и рыба в пересчете на жир – 1,5 и 5 мг/кг.

□ **ПДК для почвы:**

ΣПХБ – 0,1 мг/кг

трихлорбифенилы – 0,03 мг/кг

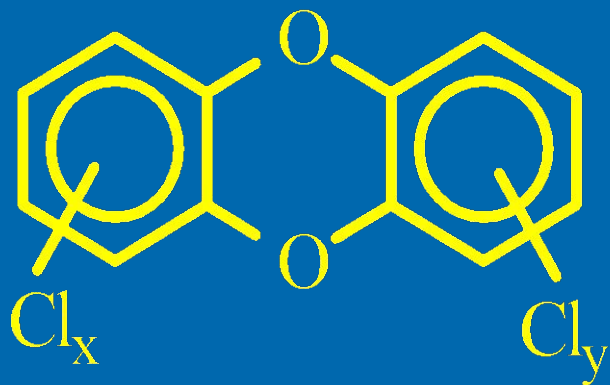
тетрахлорбифенилы – 0,06 мг/кг

пентахлорбифенилы – 0,1 мг/кг

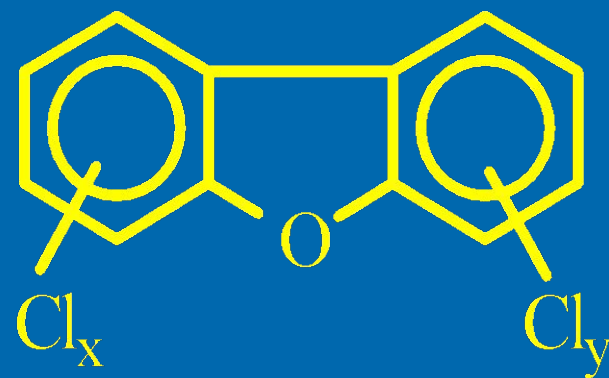
Средние концентрации ПХБ и ДДТ в воздухе и дождевых осадках

Регион	ДДТ		ΣПХБ	
	воздух, нг/м ³	осадки, нг/л	воздух, нг/м ³	осадки, нг/л
Западная Европа	0,05	5	0,3	30
Северная Америка	0,1	3	3	60
Азия (район Дели)	60	2050	-	-
Арктика	-	2	0.01	-
Антарктида	0,13	5	0,06	0,2
Северная часть Тихого океана	0,2	0,5	0,7	0,6
Северная часть Индийского океана	0,1	1	-	-

ПХДД/ПХДФ

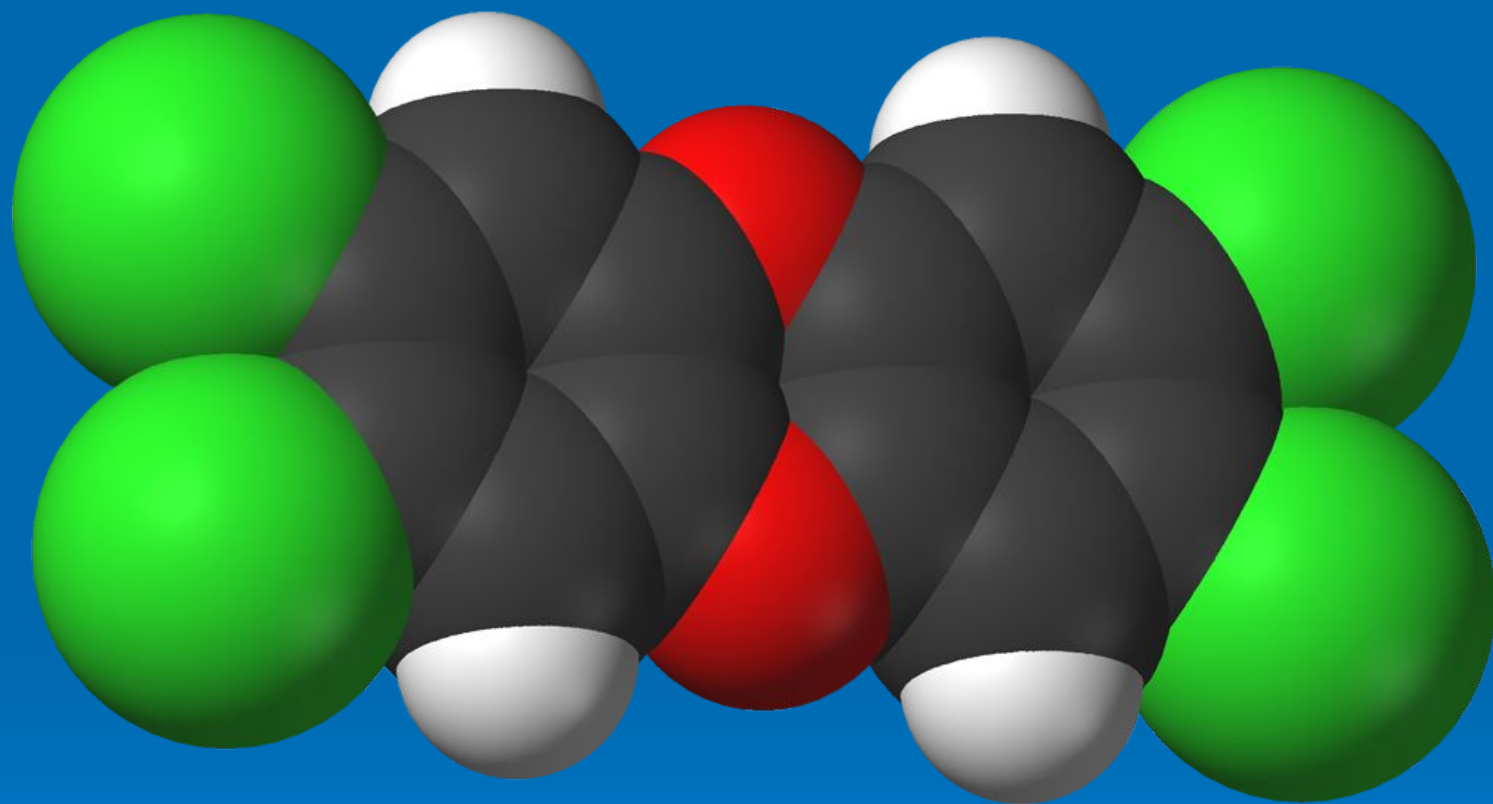


II



III





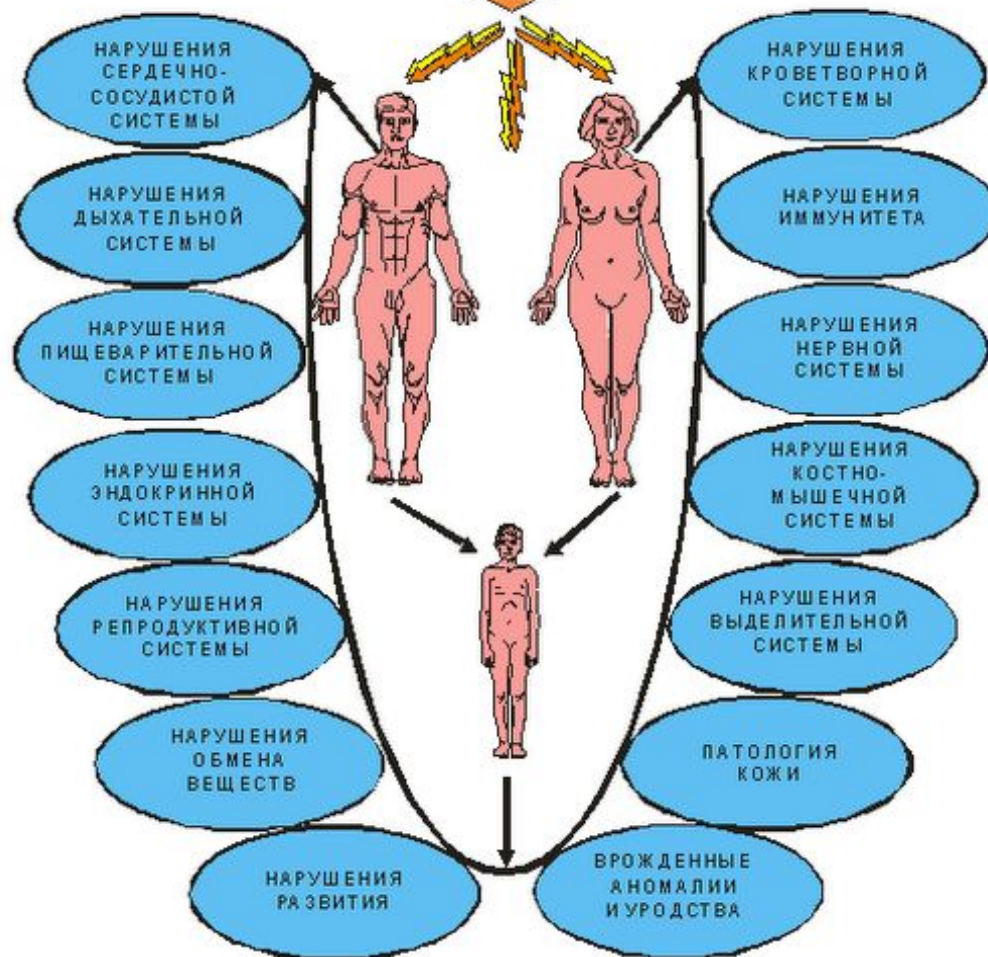
- **Диоксины** никогда не были целевой продукцией человеческой деятельности, а лишь сопутствовали ей в виде микропримесей.
- **Пик выбросов диоксинов** в окружающую среду пришелся на 60–70-е годы. Только в войне во Вьетнаме для уничтожения растительности США применили около **96 000 т** гербицидов, содержащих от **50 до 100 мг/кг** диоксинов, в результате чего в экосистему Южного Вьетнама было внесено более **500 кг** этих соединений.
- **В ряде стран** приняты национальные программы, направленные на уменьшение эмиссии диоксинов. В некоторых регионах России также приняты целевые программы «Защита окружающей природной среды и населения от диоксинов и диоксиноподобных токсикантов».

Коэффициенты токсичности (ДЭ) ПХДД/ПХДФ

Группа	ПХДД	ДЭ	Группа	ПХДФ	ДЭ
Cl ₄	2,3,7,8	1	Cl ₄	2,3,7,8	0,1
	остальные	0		остальные	0
Cl ₅	1,2,3,7,8	0,5	Cl ₅	1,2,3,7,8	0,01
	остальные	0		2,3,4,7,8	0,5
Cl ₆	1,2,3,4,6,8	0,1		остальные	0
	1,2,3,6,7,8	0,1	Cl ₆	1,2,3,4,7,8	0,1
	1,2,3,7,8,9	0,1		1,2,3,6,7,8	0,1
	остальные	0		1,2,3,7,8,9	0,1
Cl ₇	1,2,3,4,6,7,8	0,01		2,3,4,6,7,8	0,1
	остальные	0		остальные	0
Cl ₈		0,001	Cl ₇	1,2,3,4,6,7,8	0,1
				1,2,3,4,7,8,9	0,1
				остальные	0
			Cl ₈		0,001

- Расчетная средняя смертельная доза ТХДД для человека при однократном воздействии – 70 мкг/кг массы.
- Минимальная действующая доза ТХДД для человека – 1 мкг/кг массы.
- Порог хронического общетоксического действия ПХДД/ПХДФ для человека – 75 пг/кг массы в сутки.
- Суточная доза ТХДД, влияющая на репродуктивную функцию человека – 20 пг/кг массы.
- Безопасная суточная доза ПХДД/ПХДФ для человека – 1-4 пг/кг (по данным ВОЗ).
- Риск возникновения злокачественных новообразований из-за поступления диоксинов – 5,4 – 6,7 случаев на 1 млн. населения в год.
- Период полувыведения диоксинов из организма человека – 15-20 лет.

Диоксин



Острая токсичность некоторых ПХДД/ПХДФ

Соединение	DL ₅₀ , мкг/кг			
	морские свинки	обезьяны	мыши	крысы
<i>ПХДД</i>				
2,3,7,8-Cl ₄ -ДД	0,6-2,0	70	114-284	22-45
1,2,3,7,8-Cl ₅ -ДД	3,1	-	337,5	-
1,2,3,4,7,8-Cl ₆ -ДД	72,5	-	825	-
1,2,3,6,7,8-Cl ₆ -ДД	70-100	-	1250	-
1,2,3,7,8,9-Cl ₆ -ДД	60-100	-	>1440	-
1,2,3,4,6,7,8-Cl ₇ -ДД	> 600	-	-	-
Cl ₈ -ДД	-	-	> 4·10 ⁶	> 1·10 ⁶
<i>ПХДФ</i>				
2,3,7,8-Cl ₄ -ДФ	5-10	1000	> 6000	> 1000
2,3,4,7,8-Cl ₅ -ДФ	3-10	-	-	-
2,3,4,6,7,8-Cl ₆ -ДФ	120	-	-	-

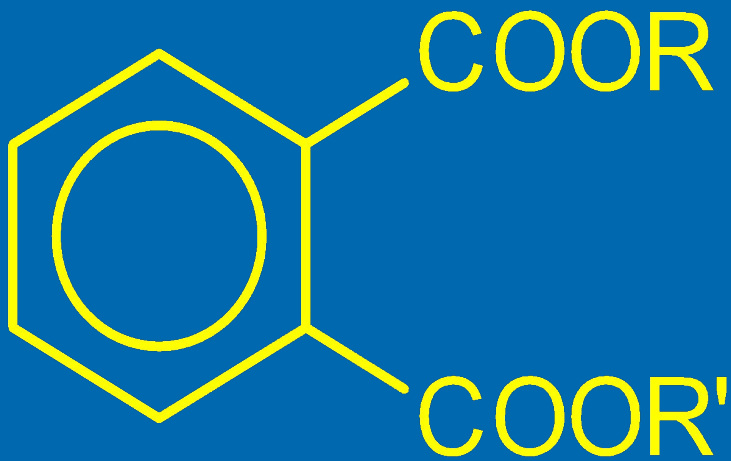
Гигиенические регламенты для ПХДД/ПХДФ

Объект	Един. измер.	США	Германия	Италия	Нидерланды	Россия
Суточная доза	пг/кг	0,1	1	10	4	10
Атмосф. воздух	пг/м ³	0,02		0,04	0,024	0,5
Воздух рабочей зоны	пг/м ³	0,13		0,12		
Промвыбросы	нг/м ³		0,1	0,5	0,1	
Вода	пг/л	0,013	0,01	0,05		20
Почва	нг/кг					
с/х угодия		27	5	10	10	
жилая зона			40	50	45	
промзона		1000		250		
Донные отлож.	нг/кг					9
Пром. здания	нг/м ²				10	
Мясо	нг/кг					0,9 (3,3)*
Рыба	нг/кг					11 (88)*
Молоко	нг/кг		1,4		0,1	5,2*

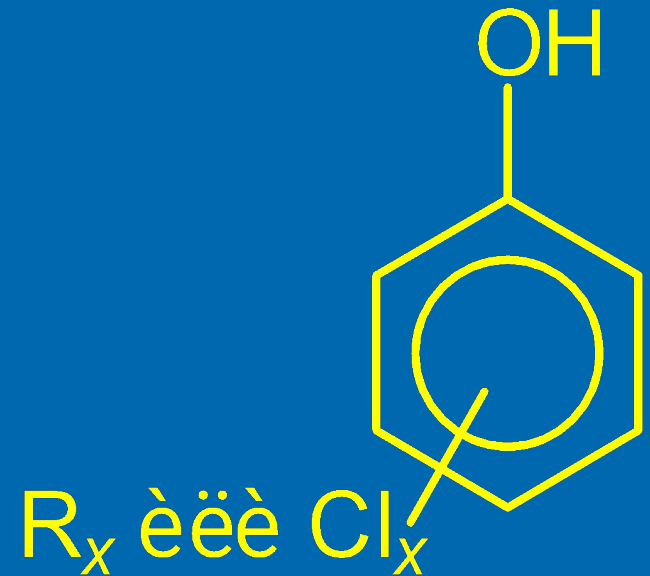
* В пересчете на жир

Средние концентрации диоксинов в природных средах различных стран

Регион	Вода речная пг/л	Вода питьевая пг/л	Воздух пг/м ³	Почва (город) нг/кг	Почва (село) нг/кг	Донный ил нг/кг
С. Америка	-	0,05	0,09	8,0	-	3,9
Европа	2,5	-	0,01	3,8	1 - 3	34,9
Россия						
Уфа	2 - 5	0,1 – 0,2	0,07	3,2	0,35	1,2–28,4
Иркутск	-	0,5 - 4,0	-	3 - 40	-	7,7
Владимир	-	-	0,9	13 - 52	-	-
Москва	-	-	0,4 – 1,6	7,5 - 185	-	-
Архан-ск	-	-	-	4,9	-	-



Фталаты

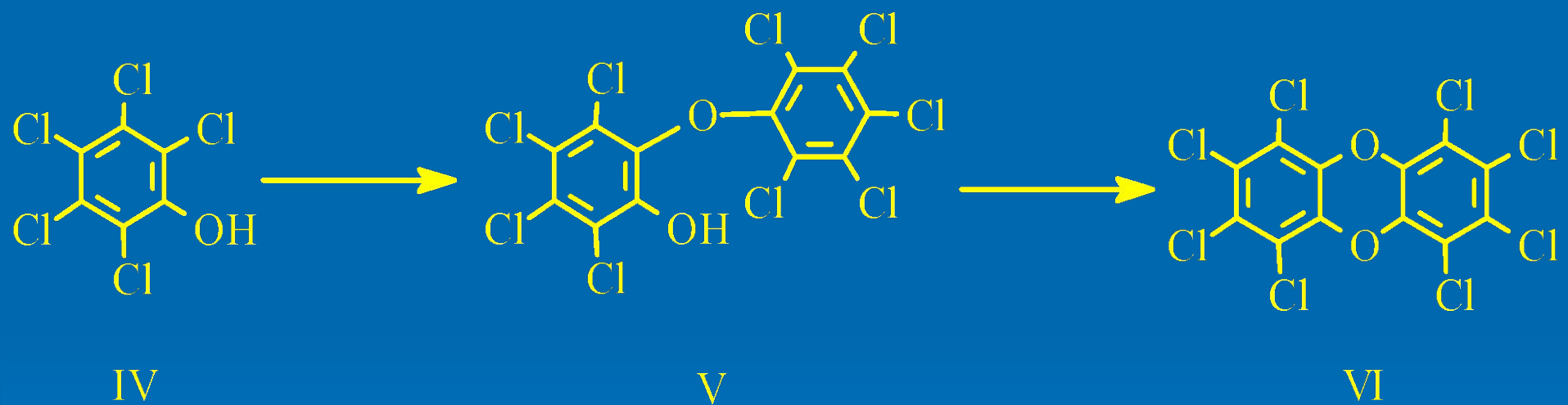


Фенолы и
хлорфенолы

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ФЕНОЛОВ

Вещество	Раствор-ть в воде, г/л	ПДК _{вод} , мг/л	ПДК _{воз} , мг/м ³
Фенол	67	0,001	0,003
2-Метилфенол	31	0,003	0,020
3-Метилфенол	-	0,004	0,028
4-Метилфенол	-	0,004	0,020
2,5-Диметилфенол	-	0,25	0,01
2,6-Диметилфенол	-	0,25	0,01
3,4-Диметилфенол	-	0,25	0,01
3,5-Диметилфенол	-	0,25	0,01
2-Хлорфенол	20,2	0,001	0,02
4-Хлорфенол	20,0	0,001	0,003
2,4-Дихлорфенол	0,46	0,002	0,012
2,4,6-Трихлорфенол	0,8	0,004	0,003
Пентахлорфенол	0,03	0,03	0,02
Алкилфенолы	-	0,1	0,10-0,15

Схема образования диоксинов из фенолов при хлорировании воды



Содержание ПХДД/ПХДФ в питьевой воде города Уфы, пг/л

Вещество	Уфа (n = 250)	Фон
ТХДД	Нд (0,1 - 0,3)	Нд (0,06)
ПеХДД	Нд (0,1 - 0,4)	Нд (0,09)
ГкХДД	Нд (0,3 - 1,6)	Нд (0,1)
ГпХДД	Нд (0,2 - 2,7)	Нд (0,45)
ОХДД	1,1 – 4,9	0,97
ТХДФ	Нд (0,1 - 3,2)	Нд (0,05)
ПеХДФ	Нд (0,1 - 3,9)	Нд (0,05)
ГкХДФ	Нд (0,6 - 2,2)	Нд (0,04)
ГпХДФ	Нд (0,1 - 1,6)	Нд (0,3)
ОХДФ	Нд (0,4 - 4,2)	0,52

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ФТАЛАТОВ

Вещество	Раствор-ть в воде, г/л	ПДК _{вод} , мг/л	ПДК _{воз} , мг/м ³
Диметилфталат	4,5	0,5	0,007
Диэтилфталат	1,5	-	0,010
Дибутилфталат	0,4	0,001	0,100
Бис(2-этилгексил)-фталат*	0,05	-	0,100
Бутилбензилфталат	0,003	-	0,010
Диоктилфталат	-	0,01	0,020
Дидодецилфталат	-	-	0,100

*канцероген

- **В странах Западной Европы** ежегодное производство фталатов превышает **500 000 т.** В природные объекты попадает до **15 %** от общего объема произведенных фталатов, причем самым крупным производителем мусора, содержащего фталаты, является медицина. Огромное количество медицинских материалов и инструментов изготовлено из пластмасс, содержащих фталаты.
- **Исследования косметических средств** **34** известных фирм, выполненные в Германии и США, показали, что большинство из них содержат фталаты на уровне **1 мг/кг** и выше, при этом некоторые фталаты были обнаружены в организме жителей этих стран и в крови новорожденных (**0,52 – 1,19 мг/л**).
- **В воздухе жилых помещений Нью-Йорка и Кракова** обнаружены четыре вида фталатов, концентрация которых составляла от **0,05 до 14,8 мг/м³**.

Отделочные материалы с потенциальной опасностью для человека

Материал	Применение	Загрязнители
Полимерные покрытия	Покрытие потолков, стен, полов	Фенол, стирол, фталаты, ксилолы, формальдегид
Линолеум	Покрытие полов	Бензол, толуол, винилхлорид, фталаты
ДВП, ДСП	Мебель	Фенол, толуол, формальдегид
Панели ПВХ	Декоративная отделка стен	Винилхлорид, стирол, фталаты
Клеящие мастики	Ремонтные работы	Нафтолы, фталаты, бензол, толуол, этилацетат
Лаки, краски	Отделочные работы	Ацетон, алкилацетаты, производные анилина, ксилолы, толуол
Утеплители	Домостроение	Фенол, о- и п-крезолы, стирол, этилбензол и др.

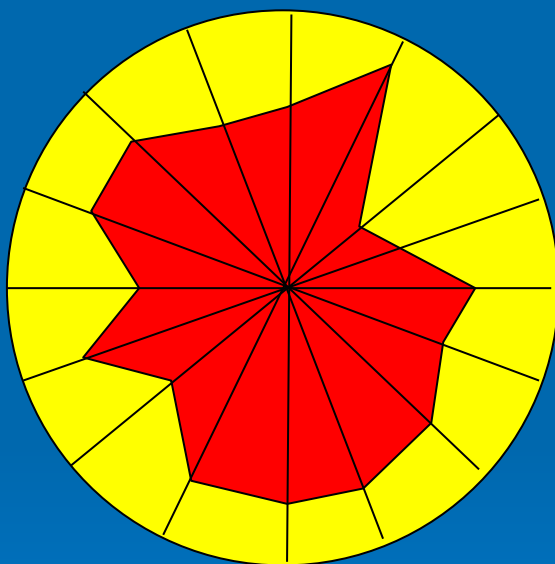
ХАРАКТЕРИСТИКИ ХЛОРБЕНЗОЛОВ

Соединение	Плотность, г/см ³	$t_{пл}$, °C	$t_{кип}$, °C	Растворимость в воде, мг/л	ПДК _{вод} , мг/л	ОБУВ _{воз} , мг/м ³
Хлорбензол	1,107	-45,6	132,0	490	0,020	-
1,2-Дихлор- бензол	1,305	-17,5	180,3	145	0,002	0,030
1,3-Дихлор- бензол	1,288	-24,4	172,0	123	-	0,035
1,4-Дихлор- бензол	1,458	53,0	174,0	79	0,002	0,035
1,2,3-Трихлор- бензол	1,466	53,5	218,5	-	0,03	0,008
1,2,4-Трихлор- бензол	1,454	17,0	213,0	-	0,03	0,008
1,3,5-Трихлор- бензол	-	63,5	208,5	-	0,03	0,008
1,2,3,4-Тетра- хлорбензол	-	45,5	254,0	160	0,01	-
1,2,3,5-Тетра- хлорбензол	-	51	246,0	-	-	-
1,2,4,5-Тетра- хлорбензол	1,858	139,5	240,0	-	-	0,013
Гексахлор- бензол	2,044	231	322,0	-	0,05	0,013

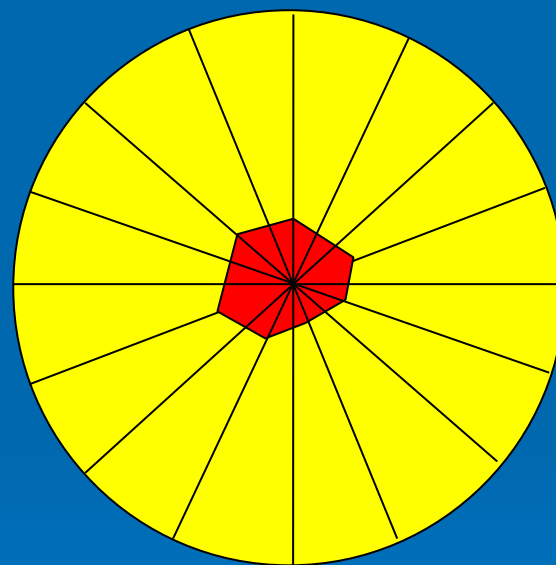
ХАРАКТЕРИСТИКИ ХЛОРПАРАФИНОВ

Содержание хлора, %	Плотность, г/см ³ (°C)	Температура, °C		Показатель пре- ломления (°C)
		затвердевания	кипения	
12 – 14	0,90 – 0,02 (50)	33 – 38	170	1,460 – 1,462 (50)
40,5 ± 1,5	1,14 – 1,16 (20)	-30 ÷ 33	270	1,492 – 1,496 (25)
42 ± 2	1,16 – 1,19 (20)	-8 ÷ -12	270	1,505 – 1,510 (25)
47 ± 2	1,18 – 1,24 (20)	-12 ÷ -25	270	1,502 – 1,510 (20)
70 – 72	1,60 (20)	70 – 76	360	1,550 (90)

Диаграммы загрязнения воздуха в помещении с «евроремонтом» и воздуха в обычном помещении

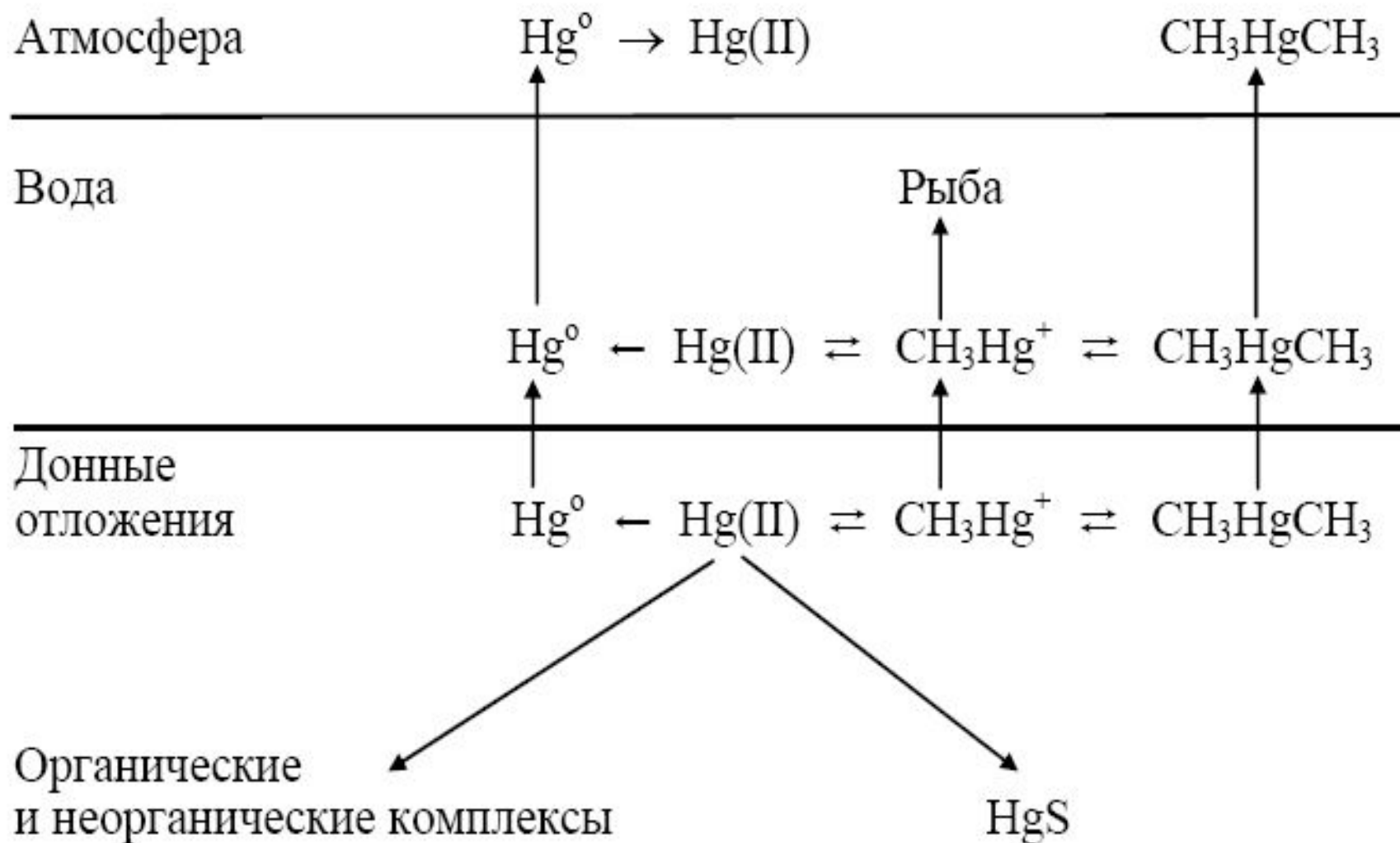


Воздух в помещении с
«евроремонтом»*



Воздух в обычном
помещении

* 16 загрязнителей



Биохимический цикл ртути в поверхностных водоемах

ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЕДИНЕНИЙ ОЛОВА

Соединение	$t_{пл}, ^\circ\text{C}$	$t_{кип}, ^\circ\text{C}$	Растворимость в воде, г/л	ПДК _{вод} , мг/л	ПДК _{воз} , мг/м ³
Тетраэтилолово	-112	63-65 ¹²	-	0,0002	0,1
Тетрабутилолово	-97	175 ⁴⁰	-	0,002	0,1
Дихлордиэтилолово	84	277	-	0,002	0,1
Дихлордибутилолово	-	165 ⁵	-	0,002	0,1
Дибутилоловооксид	-	-	-	0,004	0,1
Дибутилоловосульфид	63-69	-	-	0,02	0,1
Трибутилоловоацетат	85	-	-	0,02	0,1
Трибутилоловохлорид	-	145 ¹⁵	-	0,02	0,1
Бис(трибутилолово)оксид	-	180 ²	0,100	0,0002	0,1
Трифенилоловоацетат	124	-	0,020	-	0,1
Трифенилоловохлорид	107	-	-	н/д	0,1
Трифенилоловогидроксид	120	-	-	-	0,1
Трициклогексиллово- гидроксид	198	-	0,001	-	0,1

* Индекс вверху – давление в мм. рт. ст.; при его отсутствии предполагается, что оно равно 760 мм. рт. ст.

ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ

Металл	Воздух*, мг/м ³	Вода, мг/л		Почва, мг/кг	
		хозяйственно-бытового назначения	рыбохозяйственных водоемов	подвижная форма	валовая форма
Pb	0,0003	0,03	0,1	6,0	32,0
Cd	0,0003	0,001	0,005	2,0	-
Cu	0,001	1,0	0,001	3,0	33,0
Zn	0,005	1,0	0,01	23,0	55,0
Ni	0,001	0,1	0,01	4,0	20,0
Co	0,001	0,1	0,01	5,0	-
Cr ⁶⁺	0,0015	0,05	0,001	6,0	-
Hg	0,0003	0,0005	0,0001	-	2,1

* Среднесуточная.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ

Свойство	Cd	Co	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Биохимическая активность	В*	В	В	В	В	В	В
Токсичность	В	У	У	В	У	В	У
Канцерогенность	-	В	-	-	В	-	-
Обогащение аэрозолей	В	Н	В	В	Н	В	В
Минеральная форма распространения	В	В	Н	В	Н	В	Н
Органическая форма распространения	В	В	В	В	В	В	В
Подвижность	В	Н	У	В	Н	В	У
Тенденция к биоконцентрированию	В	В	У	В	В	В	У
Эффективность накопления	В	У	В	В	У	В	В
Комплексообразующая способность	У	Н	В	У	Н	Н	В
Склонность к гидролизу	У	Н	В	У	У	У	В
Растворимость	В	Н	В	В	Н	В	В
Время жизни	Н	В	В	Н	В	Н	В

* В - высокая, У - умеренная, Н - низкая.

СРЕДНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ

Металл	Воздух, нг/м ³	Осадки, мкг/л	Вода, мкг/л	Донные отложения, мг/кг	Почва, мг/кг
Pb	0,1 - 250	1 - 50	0,2 - 8,7	2 - 50	1 - 80
Cd	0,1 - 13	0,05 - 17,7	0,01 - 0,5	0,1 - 3000	0,02 - 2
Cu	0,035 - 7,4	-	0,03 - 0,13	-	17 - 47
Zn	0,038 - 25	-	0,004 - 0,033	-	39 - 117
Ni	0,06 - 4,5	0,002 - 3	0,5 - 3	-	16 - 61
Co	0,06 - 0,93	0,09 - 5,1	0,04 - 8	-	7,2 - 22
Hg	1,9 - 4	0,03 - 1,3	0,02 - 0,1	< 1	0,002 - 0,3

КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ

Группа	Класс радионуклидов по степени биологического воздействия	Радионуклиды
А	С особо высокой радиотоксичностью	^{210}Pb , ^{210}Po , ^{226}Ra , ^{232}U , ^{238}Pu
Б	С высокой радиотоксичностью	^{106}Ru , ^{131}I , ^{144}Ce , ^{210}Bi , ^{234}Th
В	Со средней радиотоксичностью	^{22}Na , ^{32}P , ^{35}S , ^{137}Cs
Г	С низкой радиотоксичностью	^7Be , ^{14}C , ^{51}Cr , ^{64}Cu
Д	То же	Тритий и его соединения

ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ

Радионуклид	Предел годового поступления в организм, мкКи/год		Допустимая концентрация, Ки/л	
	через органы дыхания	через органы пищеварения	в атмосферном воздухе	в воде
^7Be	$3,0 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^{-11}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$
^{14}C	$8,7 \cdot 10^2$	$6,6 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^{-10}$	$8,2 \cdot 10^{-7}$
^{23}Na	2,1	32	$2,9 \cdot 10^{-13}$	$3 \cdot 10^{-8}$
^{32}P	18	15	$2,4 \cdot 10^{-12}$	$1,9 \cdot 10^{-8}$
^{35}S	63	50	$8,6 \cdot 10^{-12}$	$6,3 \cdot 10^{-8}$
^{42}K	27	16	$3,7 \cdot 10^{-12}$	$2,0 \cdot 10^{-8}$
^{51}Cr	$5,6 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^2$	$7,7 \cdot 10^{-11}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$
^{64}Cu	$2,6 \cdot 10^2$	$1,7 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^{-11}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$
^{90}Sr	0,29	0,32	$4,0 \cdot 10^{-14}$	$4,0 \cdot 10^{-10}$
^{106}Ru	1,4	9,6	$1,9 \cdot 10^{-13}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$
^{131}I	1	0,8	$1,5 \cdot 10^{-13}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$
^{137}Cs	3,6	12	$4,9 \cdot 10^{-13}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$
^{144}Ce	1,6	9,6	$2,2 \cdot 10^{-13}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$
^{210}Pb	0,015	0,062	$2,0 \cdot 10^{-15}$	$7,7 \cdot 10^{-11}$
^{210}Po	0,023	0,3	$3,1 \cdot 10^{-15}$	$3,9 \cdot 10^{-10}$
^{210}Bi	0,65	16	$8,9 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-8}$
^{226}Ra	$6,2 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-16}$	$5,4 \cdot 10^{-11}$
^{234}Th	7,6	13	$1,0 \cdot 10^{-12}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
^{232}U	0,0032	0,36	$4,4 \cdot 10^{-16}$	$4,5 \cdot 10^{-10}$
^{238}Pu	$2,4 \cdot 10^{-4}$	2,0	$3,3 \cdot 10^{-17}$	$2,5 \cdot 10^{-9}$

Газовые выбросы при производстве промышленной продукции, сжигании промышленных и бытовых отходов, автомобильные выхлопы, пожары и т.п.

Сточные воды

Растения (трава, злаки и другие культуры)

Почва

Вода (реки, озера, моря)

Домашние животные (крупный рогатый скот, свиньи, овцы, куры и т.п.)

Рыба

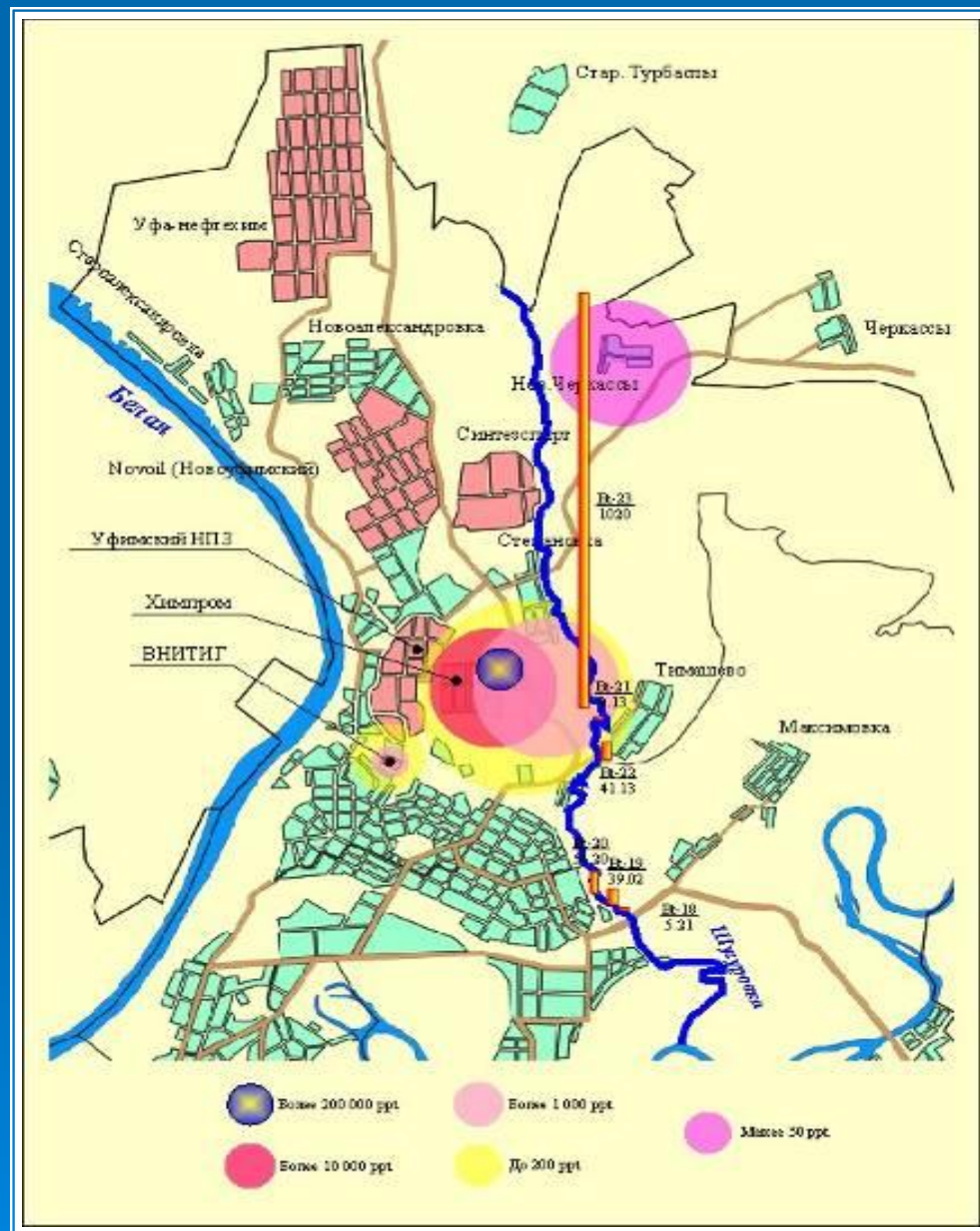
Овощи и фрукты

Молоко, мясо, яйца и др.



Схема поступления СОЗ в организм человека с пищей

Загрязнения диоксинами Северного промузла г. Уфы



Содержание диоксинов в молочных продуктах и сливочном масле, нг/кг

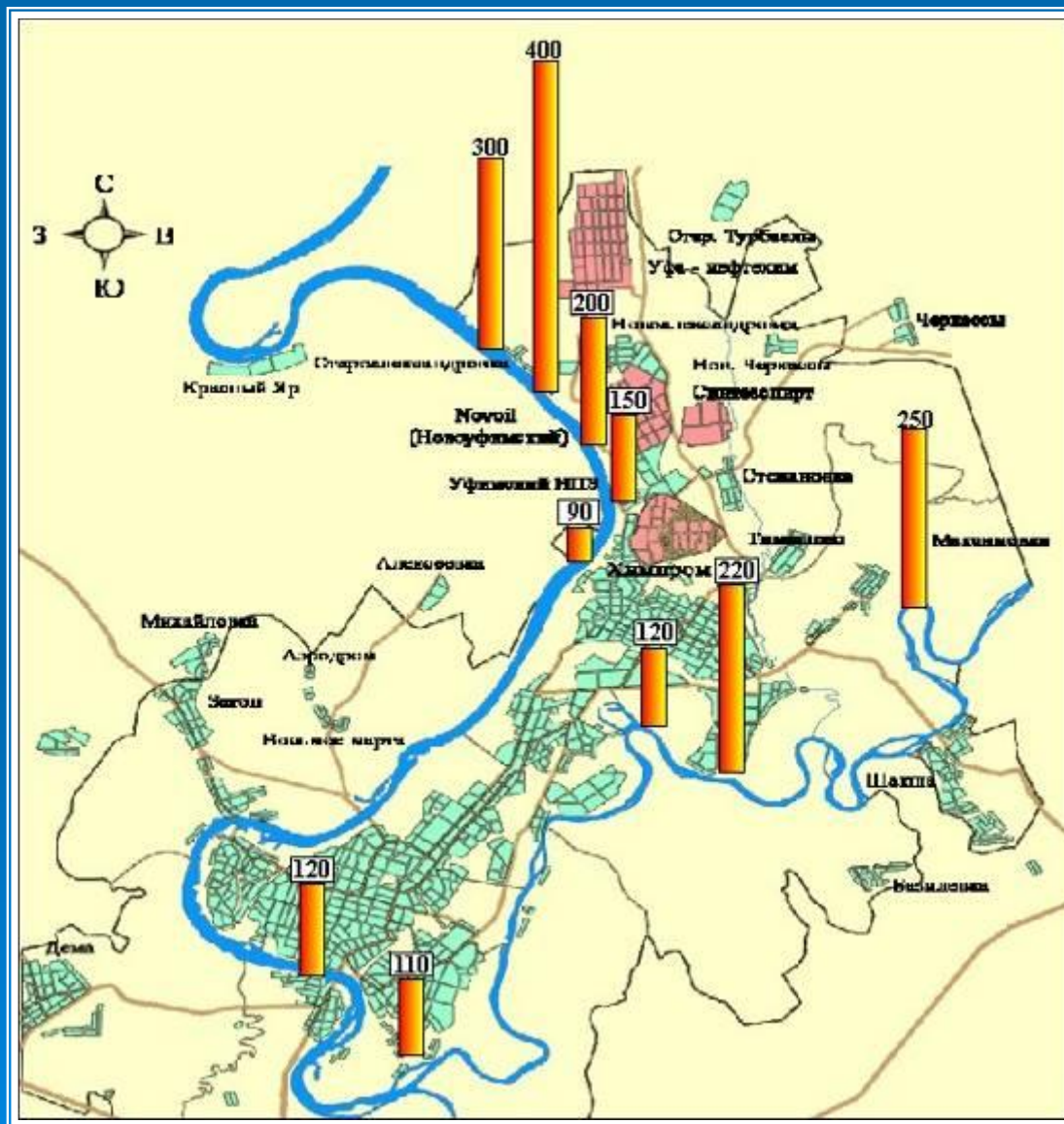
Регион	Молоко	Молочные продукты	Масло
США	0,07*	0,42 – 0,84	1,01
Западная Европа	0,05*	0,75	-
Германия	-	0,86	0,43
Нидерланды	-	1,58	1,80
Франция	-	1,91	-
Россия			
Архангельск	-	1,23 – 12,1	-
Башкортостан	-	0,28* (3,32)**	0,43
Чувашия	-	1,13 – 1,63	-
Иркутск	0,38 – 0,63	-	0,34
Новосибирск		-	1,3

* Сырое молоко ** Молоко из пакетов

Содержание диоксинов в мясных продуктах и рыбе, нг/кг

Регион	Говядина	Свинина	Птица	Морская рыба	Речная рыба
Северная Америка	-	-	-	-	1 - 63
США	0,89	1,30	0,6 - 1,0	-	-
Европа					
Германия	1,31	0,14	1,16	20 – 40	2,9 – 48,9
Нидерланды	1,75	0,43	1,65	-	2,4 – 48,6
Россия					
Уфа	0,30	0,63	0,35	-	9,2
Иркутск	0,10	0,3 – 0,5	-	-	0,6 – 0,8
Новосибирск	0,02 – 0,1	0,20	0,20	2,4	0,8
Москва	0,50	-	1,1	-	-

Содержание ПХДД/ПХДФ в рыбе, отловленной в реках Белой и Уфа в районе г. Уфы, пг/г жира (норма РФ – 3,3 пг/г жира)





Суточное поступление диоксинов в организм жителя Уфы с продуктами питания

Продукт	Потребление, г	$C_{\text{пхдд}}$, нг/кг	Поступление, пг	Поступление, %
Говядина	100	0,30	32,0	23,0
Свинина	30	0,63	18,9	13,6
Баранина	10	0,12	1,2	0,8
Птица	30	0,35	10,5	7,5
Животный жир	19	0,56	10,6	7,6
Копчености	25	0,44	11,3	8,1
Растительное масло	19	0,18	3,6	2,6
Сливочное масло	1,2	0,43	5,5	4,0
Яйца	22	0,03	0,6	0,4
Рыба	26	0,26	6,7	4,8
Молоко	140	0,21	29,4	21,2
Сметана	7	0,29	2,0	1,5
Сыр	7	0,09	0,6	0,4
Сливки	3	0,17	0,5	0,4
Молочные продукты	27	0,10	2,7	1,9
Майонез	7	0,10	0,7	0,6
Творог	7	0,32	2,2	1,6
Итого			139	100

Содержание ПХБ в молочных и мясных продуктах, нг/кг

Страна	Молочные продукты		Мясные продукты		
	Молоко	Масло	Говядина	Свинина	Птица
Нидерланды	1,45	2,10	2,45	0,16	2,0
Германия	-	0,91	-	-	-
США	0,43	-	0,46	0,06	0,34
Россия (Иркутск)	1,87	2,13	2,04	0,36	0,89

Содержание бенз(а)пирена в пищевых продуктах, мкг/кг

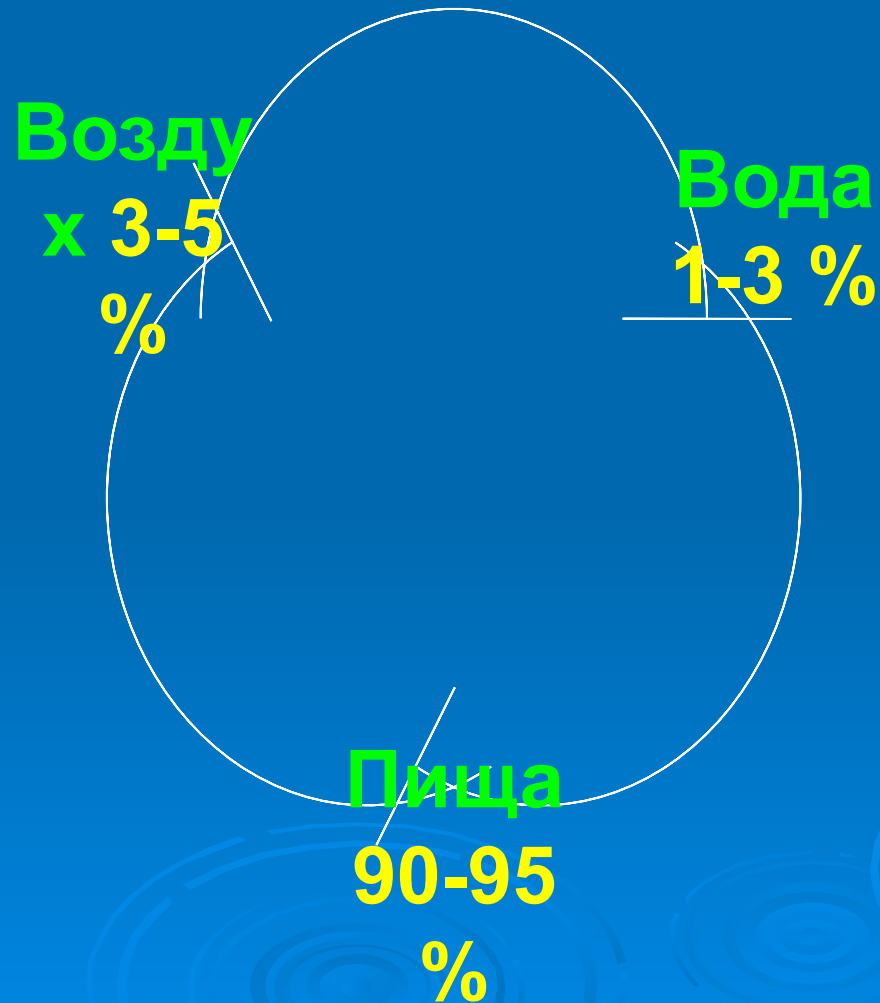
Продукт	Содержание
Вареная колбаса	0,4 – 0,6
Колбаса твердого копчения	0,2 – 3,7
Окорок (корейка)	16,5 – 29,5
Сельдь холодного копчения	6,8 – 11,2
Молоко	3,2
Масло	9,4
Морская рыба	0,1 – 0,2
угорь	1,1
лосось	5,9
Капуста	15,6
Помидоры	0,22

Первое место в списке по степени вредности занимают мясные копчености. При копчении продуктов в мясо попадает значительное количество полициклических ароматических углеводородов, высших альдегидов, а также ультрамелких частиц. При этом известно, что ПАУ обладают способностью провоцировать раковые заболевания, а альдегиды обладают мутагенными свойствами. Установлено, что при увеличении потребления продуктов из жареного мяса всего на 30 граммов в сутки риск развития рака желудка повышается на 15–38 %. При чрезмерном увлечении жареным мясом, в процессе жарки которого появляются канцерогены, вероятность заболеть раком толстой кишки также повышается.

На втором месте – продукты с высоким содержанием жира, которые повышают вероятность рака молочной и поджелудочной желез. Особенно опасны так называемые перегретые жиры. То есть те, которые получают при длительной жарке, а также при повторной или многократной жарке или разогревании пищи.

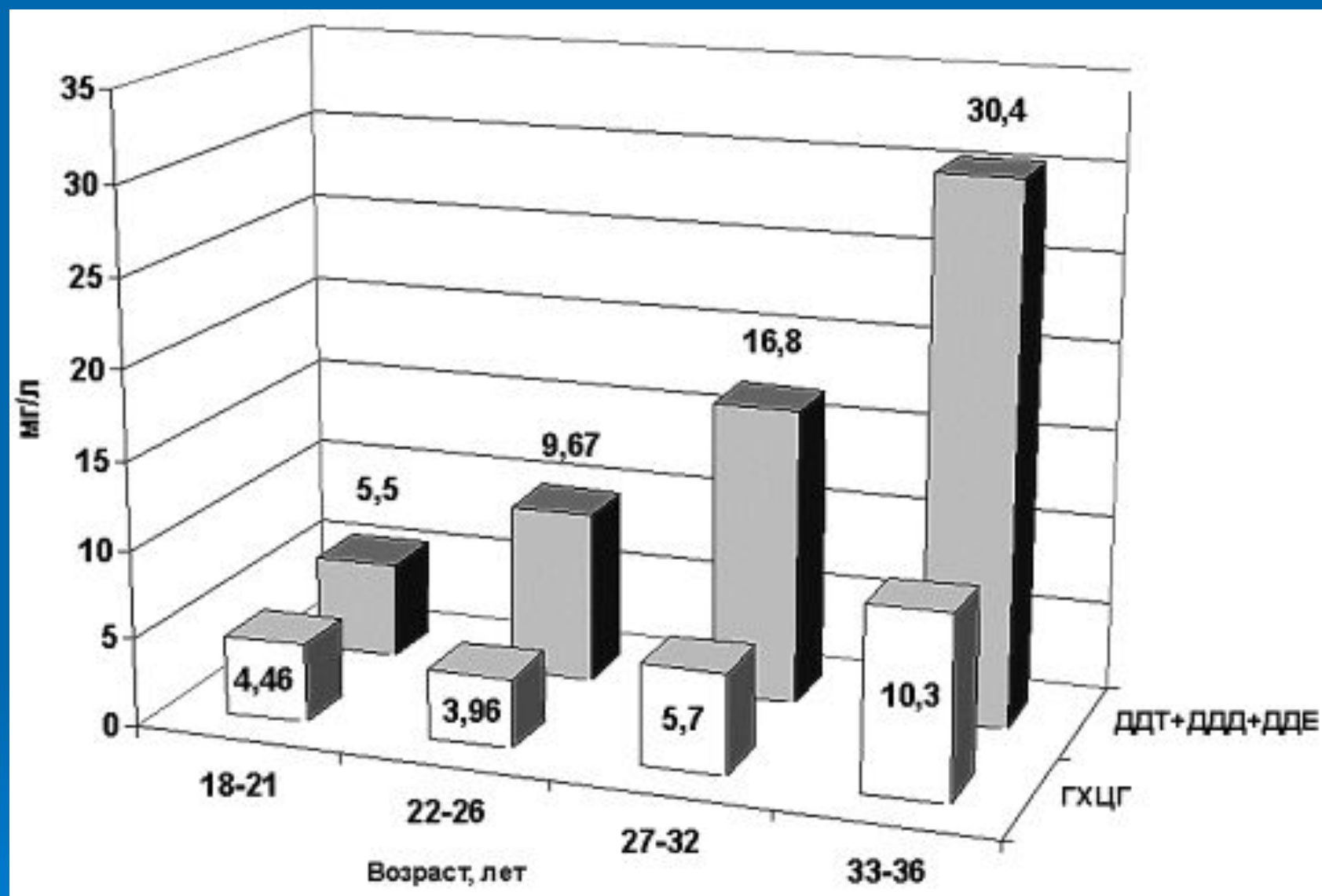
Нейтрализовать вред частично могут продукты, богатые растительной клетчаткой: свежие овощи, фрукты, хлеб с отрубями.

Поступление СОЗ в организм человека



Средние концентрации диоксинов в организме жителей различных стран, нг/кг

Страна	Жировая ткань	Липиды крови	Женское молоко
США	24	41	16,5 – 20,0
Германия	69	42	21,6 – 33,1
Япония	38	31	13,1 – 30,8
Канада	36	-	13,3 – 19,1
Вьетнам			
южная часть	30	49	34
северная часть	4	12	8,8
Россия			
Байкальск	-	18	10,3
Иркутск	25,5	-	17,3
Архангельск	-	-	15,2
Уфа	18,5	23	25,9



**Содержание ДДТ в грудном молоке в зависимости от
возраста матерей в Белоруссии**

Проблема СОЗ – это, в первую очередь, проблема нашего знания о химических загрязнителях и их содержании в биосфере.

Великое знание – многая печаль.



Спасибо!

