

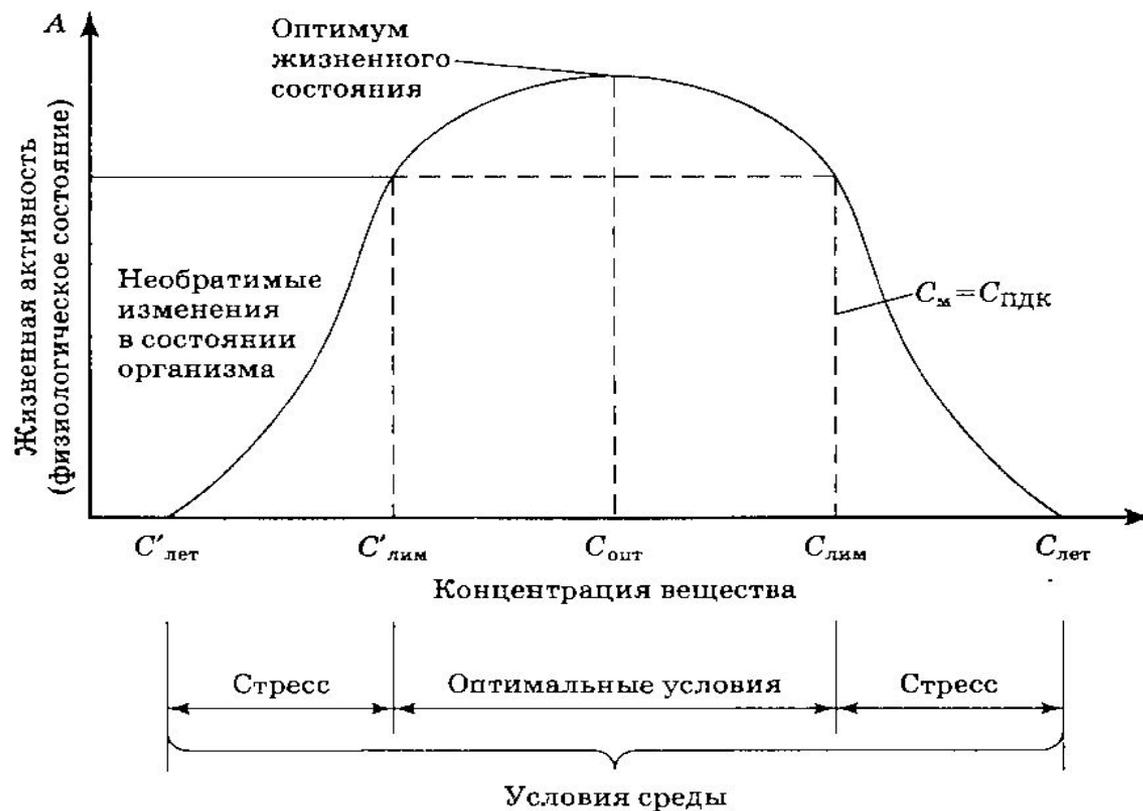
Нормирование – это управление качеством ОС.

Реализуется этот принцип в разработке предельно допустимых уровней (ПДУ) и концентраций (ПДК) абиотических факторов ОС.

Установление нормативов качества окружающей среды основывается на концепции пороговости воздействия на человека

Недостатки нормирования: не учитывается эффект синергизма – комбинированное действие веществ на организм, при котором суммированный эффект превышает действие, оказываемое каждым компонентом в отдельности.

Скорость создания ксенобиотиков на несколько порядков больше, чем изучение их пороговой дозы воздействия на организм человека.



Порог вредного действия — это минимальная доза вещества, при воздействии которой в организме могут возникнуть изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая (временно-компенсированная) патология.

Пороговая доза вещества (или пороговое действие вообще) может вызывать у организма отклик, который не компенсируется за счет механизмов гомеостаза (поддержания внутреннего равновесия организма).

Ксенобиотики

- В специальной литературе принято называть **вредными** все вещества, воздействие которых на биологические системы может привести к отрицательным последствиям.
- Нормативы разработаны лишь для наиболее распространенных веществ (порядка двух тысяч из огромного множества).
- Кроме того, как правило, все **ксенобиотики** – (чужеродные для живых организмов, искусственно синтезированные вещества) рассматривают как вредные.
- Для большинства из них нормативы не установлены
- Допустимой считается такая нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений и, следовательно, не вызывает нежелательных последствий у живых организмов и не ведет к ухудшению качества среды

**По степени воздействия на организм
вещества подразделяются на четыре класса опасности:**

Для веществ, о действии которых не накоплено достаточной информации, могут устанавливаться **временно допустимые концентрации**

(ВДК) — полученные расчетным путем нормативы, рекомендованные для использования сроком на 2-3 года.

I	вещества чрезвычайно опасные
II	вещества высокоопасные
III	вещества умеренно опасные
IV	вещества малоопасные

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{\text{ср.}i}}{\text{ПДК}_{\text{сс.}i}} \right)^{c_i},$$

- Для сравнительной оценки загрязнения воздушной среды используются различные индексы, которые позволяют учесть присутствие нескольких загрязняющих веществ.
- Наиболее распространенным является комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

Где $q_{\text{ср.}i}$ — средняя концентрация i -ого вещества;

$\text{ПДК}_{\text{сс.}i}$ — ПДК_{сс} для i -ого вещества; ($\text{ПДК}_{\text{сс}}$ — среднесуточная ПДК).

c_i — безразмерная константа приведения степени вредности i -ого вещества к вредности диоксида серы, зависящая от того, к какому классу опасности принадлежит загрязняющее вещество (Значения c_i равны 1,5; 1,3; 1,0 и 0,85 соответственно для 1, 2, 3 и 4 классов опасности загрязняющего вещества).

Примеры некоторых опасных веществ

Чрезвычайно опасные вещества (I)

Бензапирен — Бериллий
Диэтилртуть Пентахлордифенил Ртуть
Полоний - Оксид свинца —
Растворимые соли свинца

Высокоопасные вещества (II)

дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ)
—Мышьяк — Натрий - Нитриты
Стронций (Sr^{2+}) Сурьма Формальдегид
Хлороформ — Цианиды (по CN^-) —
Четыреххлористый углерод — Хлор (Cl)

Умеренно опасные вещества (III)

Алюминий Марганец Медь Никель
(суммарно) Нитраты (по NO_3) Озон
Фосфаты (PO_4) — Хром (Cr^{6+}) Цинк
Этиловый спирт

Малоопасные вещества (IV)

Сероводород — Сульфаты — Хлориды



Лишайники как биоиндикаторы

У лишайников:

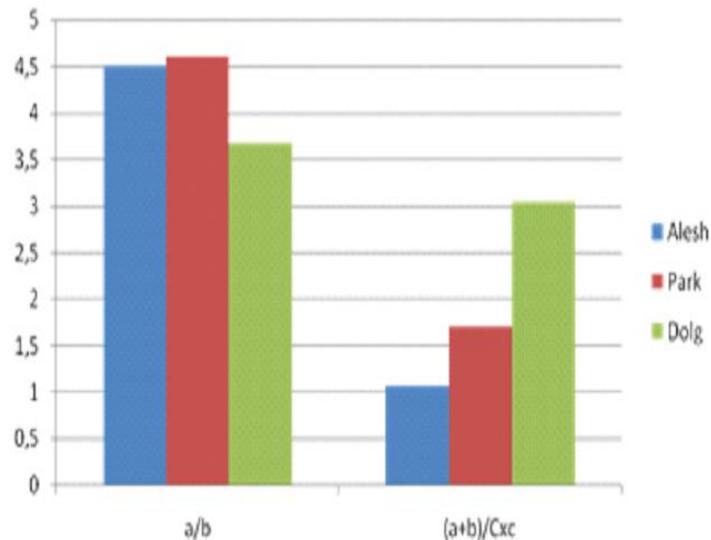
- Низкая способность к авторегуляции
- Высокая степень зависимости от физико-химических параметров среды.



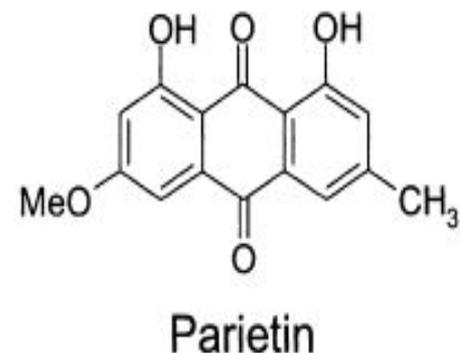
Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.



Hypogymnia physodes (L.) Nyl



Рост
антропогенной
нагрузки



Велина светопоглощающих пигментов X. parietina и роста антропогенной нагрузки (Журавлева, Федоренко, 2011)

Возможно, X. parietina является наиболее толерантным видом урбанизированных территорий, потому что содержание этого пигмента выше, чем в других видах лишайников

	Концентрация ПМЦ (10^{17} спин/мг)				
Фон	$3,2 \pm 0,3$				
Урбанизированная территория	$4,4 \pm 0,4$				
Модельный эксперимент	$3,2 \pm 0,2$ (контроль)	$2,4 \pm 0,3$ (1 неделя)	$2,3 \pm 0,1$ (2 неделя)	$2,3 \pm 0,3$ (3 неделя)	$4,6 \pm 0,3$ (4 неделя)

Установлено в процессе эксперимента, что при действии диоксида серы на талломы лишайника *Hypogymnia physodes* увеличивается концентрация ПМЦ.

Уровень ПМЦ в лишайнике, собранного в городском сквере Долгопрудного соответствует уровню ПМЦ лишайника, обработанного диоксидом серы в течение четырех недель.



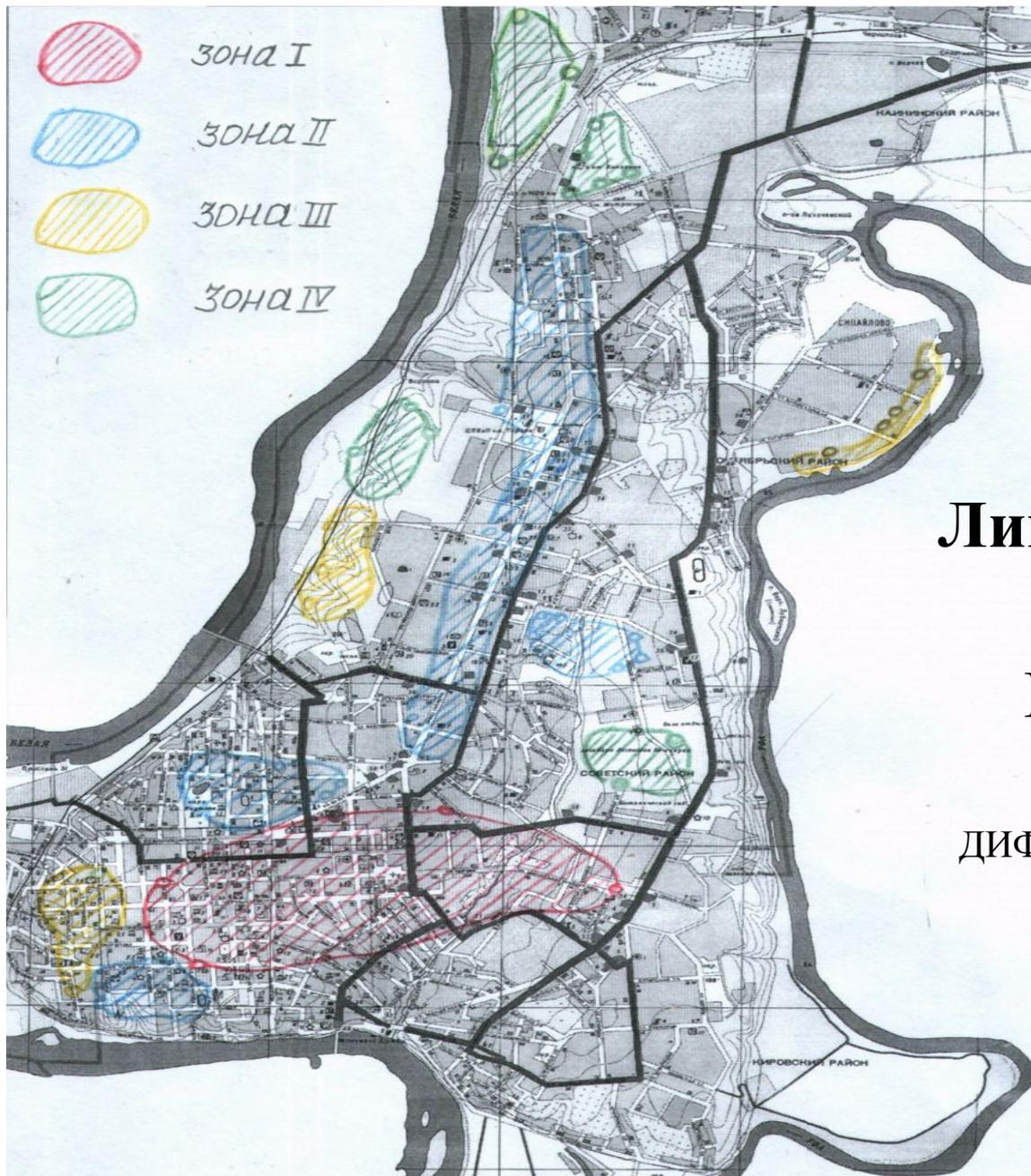
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.
ненарушенные места обитания

Зоны лишайников	Район города	Концентрация диоксида серы
«Лишайниковая пустыня» (отсутствуют листоватые и кустистые лишайники)	Центр города и промышленные районы с сильно загрязненным воздухом	Свыше 0,3 мг/м ³
«Зона угнетения» (флора бедна)	Районы города со средней загрязненностью	0,05-0,3 мг/м ³
«Зона нормальной жизнедеятельности» (максимальное видовое разнообразие)	Периферийные районы и пригороды	Менее 0,05 мг/м ³

ПДК диоксид серы максимально-разового воздействия - 0,5 мг/м³.

Диоксид серы токсичен.

При вдыхании сернистого газа более высокой концентрации — удушье, расстройство речи, затруднение глотания, рвота, возможен острый отек легких.



г.Уфа - столица
Республики Башкортостан
(индустриальный центр, с
населением более 1000000
человек

Лихеноиндикация и Картирование

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РАЙОНОВ
ГОРОДА ПО СТЕПЕНИ
АТМОСФЕРНОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Градация по степени загрязненности	Загрязнение воздуха	Индекс	Оценка
1	Низкий, мало влияет на здоровье	ИЗА СИ НП	0-4 0-1 <1%
2	Повышенное	ИЗА СИ НП	5-6 2-4 1-19%
3	Высокое, неблагоприятное для здоровья	ИЗА СИ НП	7-13 5-10 20-49%
4	Очень высокое, очень неблагоприятное	ИЗА СИ НП	≥ 14 >10 > 50%

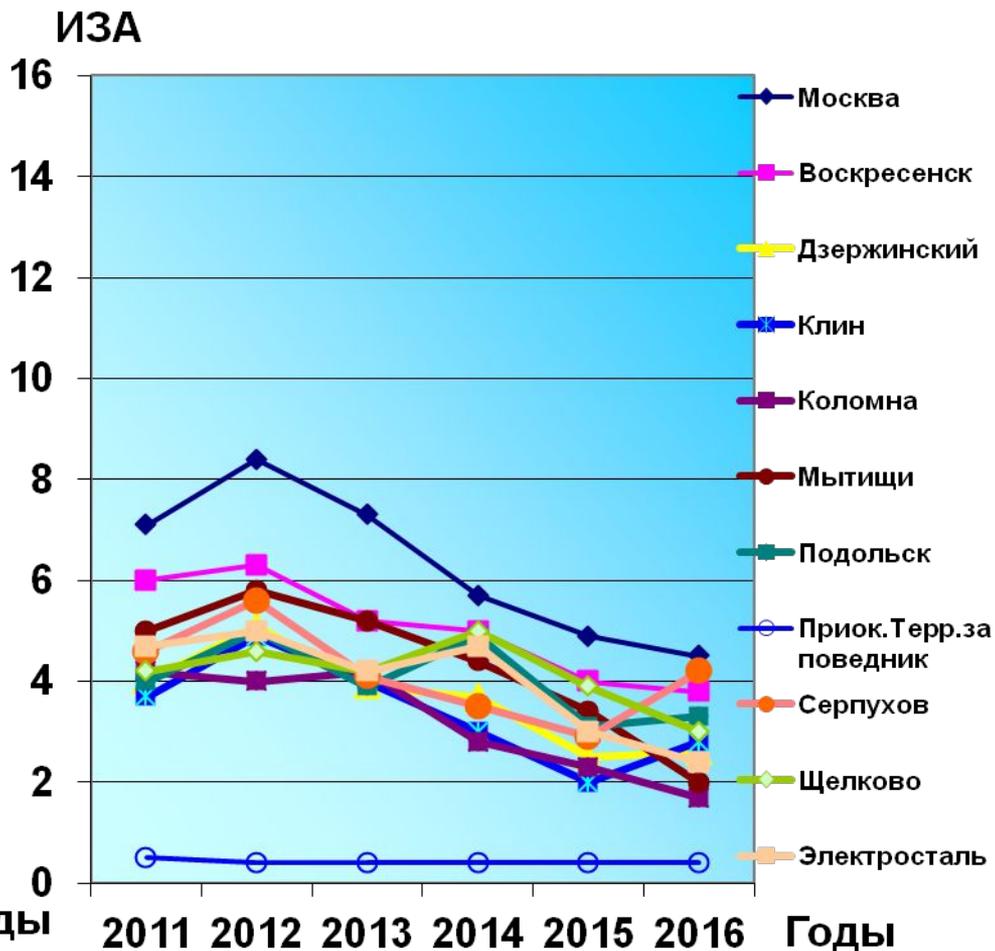
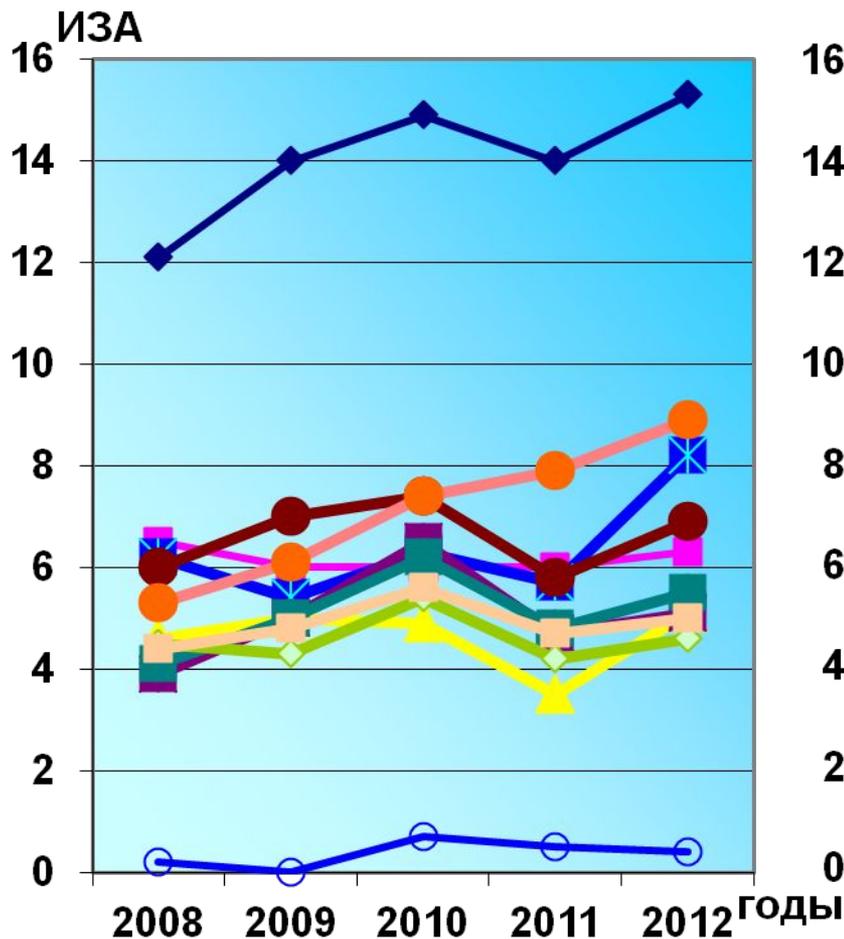
- **ИЗА** – комплексный **индекс загрязнения атмосферы**, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций примесей. Поэтому ИЗА характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха.
- **СИ** – **стандартный индекс** – наибольшая, измеренная за короткий период времени, концентрация примеси, деленная на ПДК м.р. Она определяется из данных наблюдений на посту за одной примесью или на всех постах за всеми примесями.
- **НП** – **наибольшая повторяемость** (в процентах) превышения ПДК м.р. любым веществом по данным наблюдений за одной примесью на всех постах территории за месяц или за год.

Показатели загрязнения атмосферы в Москве и городах Московской области за 2016 г.

Город	Приоритетные примеси	СИ	Примесь	НП	Примесь	Степень
Воскресенск	Аммиак Диоксид азота Взвешенные вещества Оксид углерода Фторид водорода	1,2	Бенз(а)пирен	0		Низкая
Дзержинский	Диоксид азота Оксид углерода Бенз(а)пирен Бензол Взвешенные вещества	1,1	Диоксид азота	0,2	Диоксид азота	Низкая
Клин	Диоксид азота Взвешенные вещества Оксид углерода Оксид азота Бенз(а)пирен	1,3	Бенз(а)пирен	0		Низкая
Коломна	Оксид углерода Диоксид азота Взвешенные вещества Бенз(а)пирен Фторид водорода	0,9	Фторид водорода	0		Низкая
Москва	Диоксид азота Аммиак Формальдегид Оксид азота Оксид углерода	2,9	Формальдегид	8,1	Формальдегид	Повышенная
Мытищи	Диоксид азота Оксид углерода Формальдегид Оксид азота Взвешенные вещества	1,3	Бенз(а)пирен	0		Низкая
Подольск	Диоксид азота Формальдегид Оксид углерода Оксид азота Взвешенные вещества	2,6	Взвешенные вещества	1,2	Взвешенные вещества	Низкая
Серпухов	Формальдегид Диоксид азота Оксид азота Взвешенные вещества Оксид углерода	2	Бенз(а)пирен	1,5	Фенол	Низкая
Щелково	Аммиак Диоксид азота Оксид углерода Хлорид водорода Хлор	1,7	Хлорид водорода	1,4	Хлорид водорода	Низкая
Электросталь	Диоксид азота Оксид углерода Взвешенные вещества Хлор Бенз(а)пирен	1,4	Бенз(а)пирен	0		Низкая

Годовая справка загрязнения окружающей среды Московского региона за 2012 год

БЮЛЛЕТЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА 2015-2016 гг.



В связи с введением в мае 2014 года новых предельно допустимых концентраций формальдегида, а с февраля 2015 новой среднесуточной ПДК фенола, произошли изменения в оценке категории качества атмосферного воздуха по комплексному индексу загрязнения атмосферы. Снижение степени загрязнения воздуха в большинстве городов связано с изменением санитарно-гигиенических нормативов и не имеет отношения к реальному изменению уровня загрязнения воздуха.

Индекс Загрязнения Воды (ИЗВ)

$$\text{ИЗВ} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{c_i}{\text{ПДК}_i} \right) / n ,$$

Где c_i — концентрация компонента (в ряде случаев — значение параметра);
 ПДК_i — установленная величина для соответствующего типа водного объекта.

Обычно ИЗВ рассчитывают по шести-семи гидрохимическим показателям, в т.ч. обязательно по таким показателям как содержание растворенного кислорода $[O_2]$, водородный показатель рН, биологическое потребление кислорода БПК₅.

- (БПК₅) — количество кислорода, израсходованное на аэробное биохимическое окисление под действием бактерий и разложение нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой воде. При анализе определяется количество кислорода, ушедшее за установленное время (обычно 5 суток) без доступа света при 20°C на окисление загрязняющих веществ, содержащихся в единице объема воды. Вычисляется разница между концентрациями растворённого кислорода в пробе воды непосредственно после отбора и после инкубации пробы.
- БПК₅ является одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема органическими веществами.
- Он определяет количество кислорода, необходимое для разложения органических загрязняющих веществ.

<u>Показатель</u> БПК ₅ (мгО ₂ /л)	<u>Значение</u> <u>норматива</u> (ПДК)
Менее 3	3
От 3 до 15	2
Свыше 15	1

- концентрация растворенного кислорода нормируется с точностью до наоборот: его содержание в пробе не должно быть ниже 4 мг/дм³, поэтому для каждого диапазона концентраций компонента устанавливаются специальные значения слагаемых $C_i / ПДК_i$
- для водородного показателя рН действующие нормативы для воды водоемов различного назначения регламентируют диапазон допустимых значений в интервале от 6,5 до 8,5, поэтому для каждого сверхнормативного значения рН, выходящего за границы этого диапазона, устанавливаются специальные значения слагаемых $C_i / ПДК_i$

<u>Концентрация (мг</u> <u>О₂/л)</u>	<u>Значение</u> <u>слагаемого $C_i / ПДК_i$</u>
Более или равно 6	6
Менее 6 до 5	12
Менее 5 до 4	20
Менее 4 до 3	30
Менее 3 до 2	40
Менее 2 до 1	50
Менее 1	60

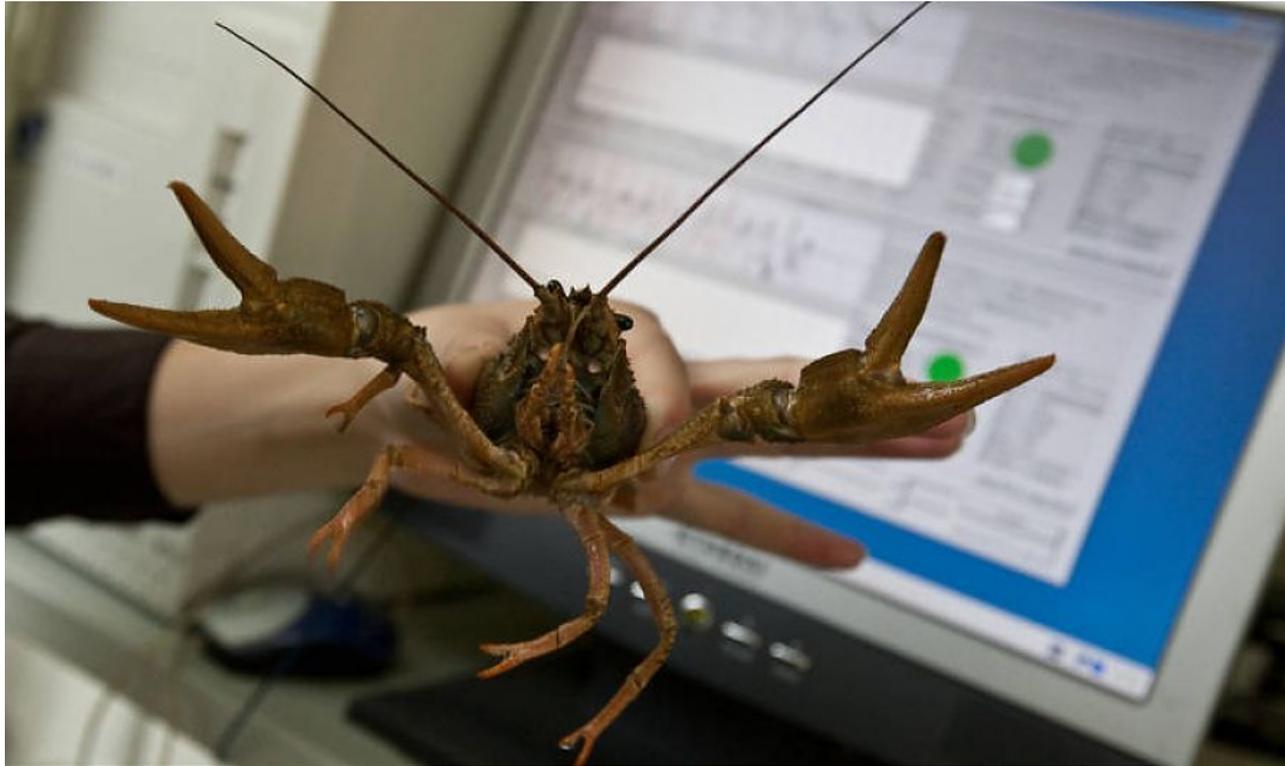
Классы качества вод в зависимости от значения ИЗВ

Воды	Значения ИЗВ	Классы вод
Очень чистые	До 0,2	1
Чистые	0,2 – 1,0	2
Умеренно загрязненные	1,0 – 2,0	3
Загрязненные	2,0 – 4,0	4
Грязные	4,0 – 6,0	5
Очень грязные	6,0 – 10,0	6
Чрезвычайно грязные	Более 10	7

Биологическая классификация рек

Классификация качества по бентосным макробеспозвоночным	Характеристика
Высокое	Естественное поведение бентосных макробеспозвоночных
Хорошее	Не пострадавшее биологическое сообщество
Посредственное	Несколько пострадавшее биологическое сообщество
Бедное	Умеренно пострадавшее биологическое сообщество
Плохое	Сильно пострадавшее биологическое сообщество – экстремальная реакция на антропогенное загрязнение.

В ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» использует раков (невские и австралийские) как животных-биоиндикаторов контроля качества воды. Системы биомониторинга, применяемые в Водоканале, разработаны учеными Санкт-Петербургского научно-исследовательского центра экологической безопасности Российской академии наук.



Речной рак. Биомониторинг невской воды - на всех городских водозаборах.

Животные-биоиндикаторы не подменяют собой методы приборного и лабораторного контроля, а дополняют их.

Классы опасности химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов

Класс опасности	Характер опасности	Химическое вещество	Индекс опасности
I	Высокоопасны	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, цинк, фтор, бенз(а)пирен	$\geq 4,1$
II	Опасны	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром	2,6...4
III	Малоопасны	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон	0,1...2,5
IV	Неопасны	Отходы дерево- и металлообработки	$< 0,1$

- В настоящее время утверждено только несколько десятков ПДК вредных веществ в почве

Степень загрязнения и опасности почвы и показатели ее санитарного состояния

Показатель санитарного состояния почвы	Степень опасности почвы / Степень загрязнения почвы			
	Безопасная / Чистая	Относительно безопасная / Слабо загрязненная	Опасная / Загрязненная	Чрезвычайно опасная / Сильно загрязненная
Кратность превышения ПДК экзогенных химических веществ	1	1...10	10...100	100

Установление нормативов качества окружающей среды и продуктов питания основывается на концепции пороговости воздействия.

Порог вредного действия — это минимальная доза вещества, при воздействии которой в организме могут возникнуть изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая (временно-компенсированная) патология.

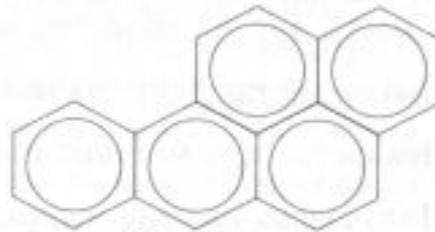
Пороговая доза вещества (или пороговое действие вообще) может вызывать у организма отклик, который не компенсируется за счет механизмов поддержания внутреннего равновесия организма

Тератогены в-ва, вызывающие врожденные дефекты
Мутагены, в-ва вызывающие мутации
Канцерогены, в-ва, вызывающие рак

Таблица 13.3. Вещества тератогенного и мутагенного действия.

Тератогены	Мутагены
Мышьяк (As)	Афлатоксин
Кадмий (Cd)	Бензопирен
Кобальт (Co)	Диэтиламид лизергиновой кислоты
Ртуть (Hg)	Азотистая кислота (HNO ₂)
Диэтилстильбэстрол	Озон
Полихлорированный бифенил	Трис (2,3-дибромопропил) фосфат
Ретиновая кислота	
Талидомид	

Еще в 1775 году предполагали, что сажа является причиной образования тестикулярного рака у трубочистов в Англии. Позднее было показано, что 3,4-бензопирен, являющийся компонентом сажи и угольной смолы, обладает канцерогенными свойствами.

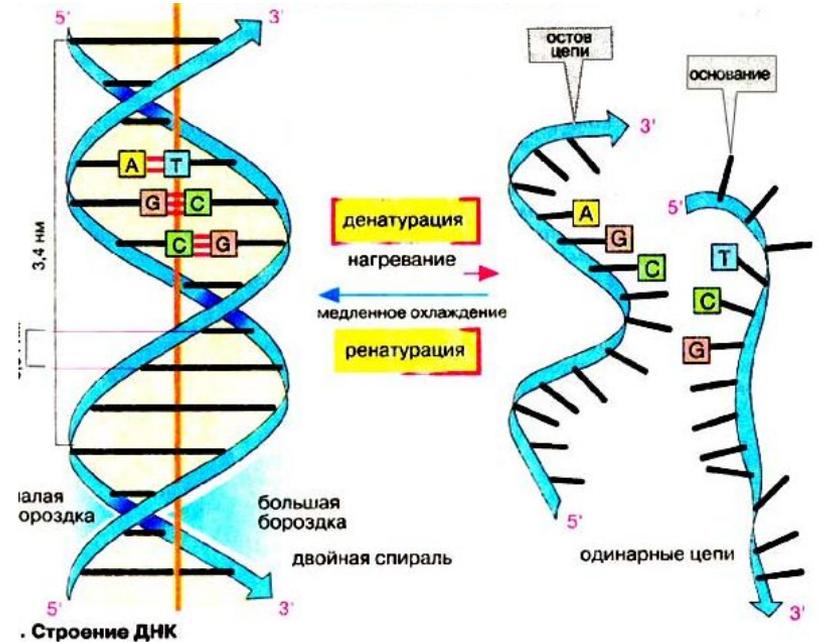
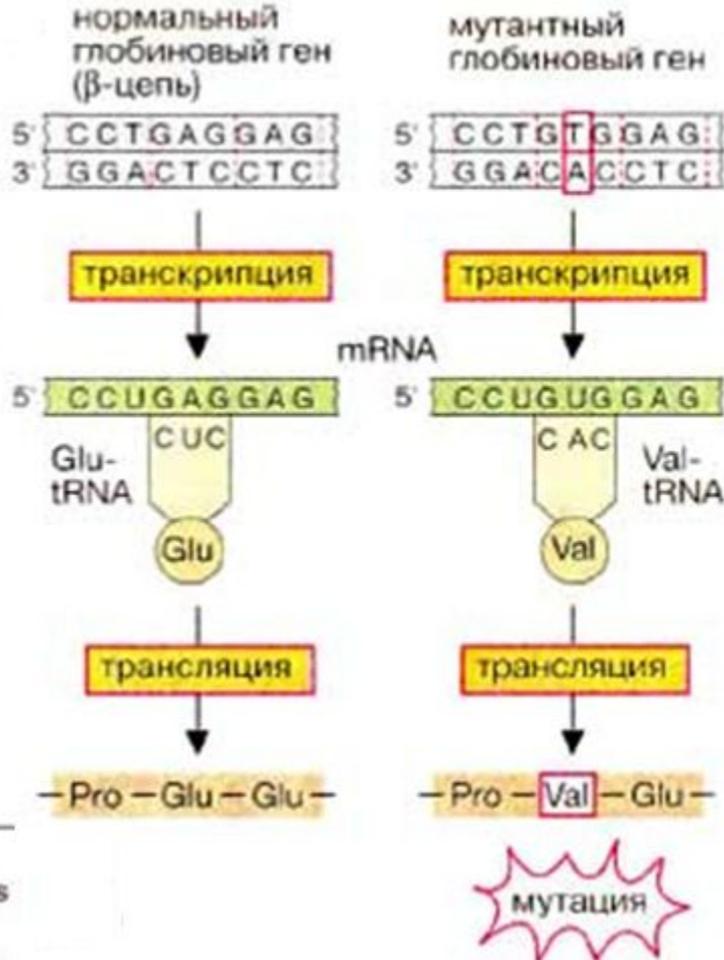


3,4-бензопирен

Канцерогены

Полициклические ароматические углеводы: горение органических материалов, выхлопные газы автомобилей, табачный дым, жаренное мясо на угле, дымовые газы предприятий

Ароматические амины: азотокрасители, пищевые краски в желудке образуются канцерогены



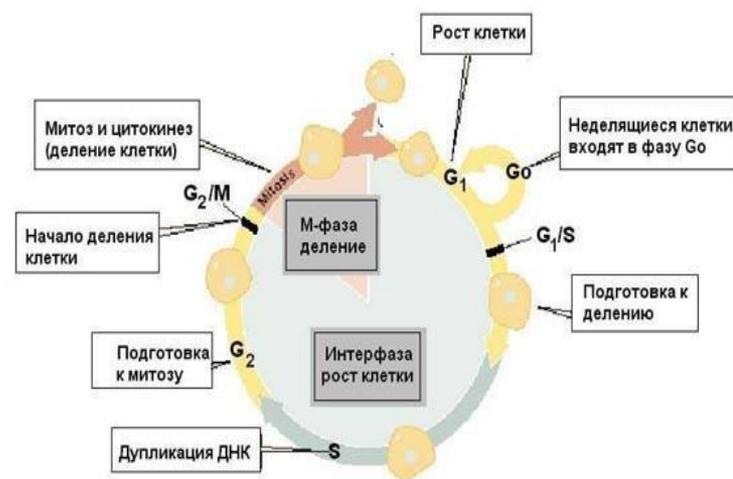
Генетическая информация кодируется последовательностью оснований ДНК и поэтому изменения в структуре или последовательности азотистых оснований приводят к мутациям.

Многие **мутагены** вызывают нарушения деления клеток и поэтому являются **канцерогенными**.

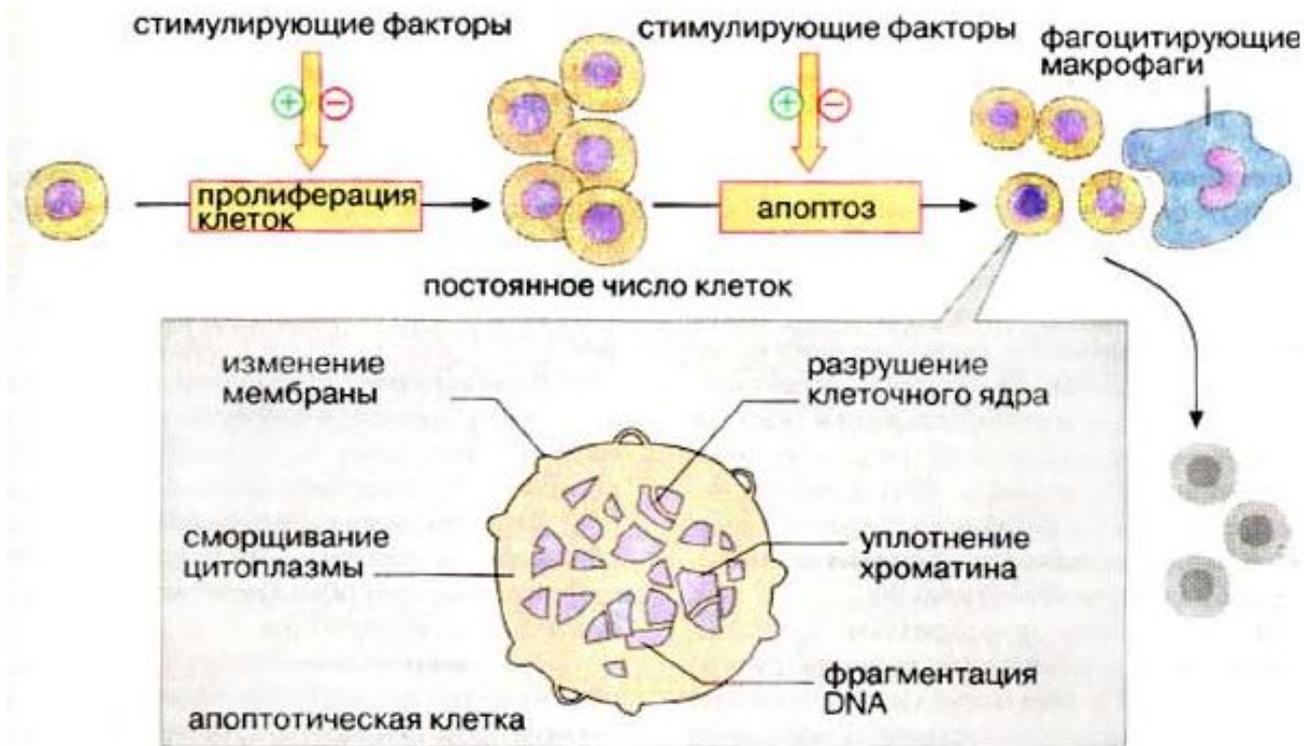
Однако, изменение в структуре генов (**мутация**) — важный **фактор биологической эволюции**.

В то же время слишком высокая скорость мутаций ставит под вопрос существование индивидуальных организмов или целых видов.

Поэтому клетки обладают **механизмами восстановления (репарации)**, которые корректируют большинство изменений ДНК, вызываемых мутациями.



Клеточный цикл



А. Пролиферация клеток и апоптоз

Апоптоз — генетически запрограммированная гибель клеток, которая приводит к "аккуратной" разборке и удалению клеток

Путем апоптоза элиминируются трансформированные клетки, например при канцерогенной дегенерации, вирусной инфекции или необратимом повреждении ДНК в случае облучения.

Примером апоптоза является шелушение кожи при солнечном загаре.

Таблица 13.2. Значения LD₅₀ для некоторых веществ.

Вещество	LD ₅₀ (мг/кг)*
Сахар	29700
Этиловый спирт	14000
Уксус	3310
Хлорид натрия	3000
Малатион (инсектицид)	1200
Аспирин	1000
Кофеин	130
ДДТ (инсектицид)	100
Мышьяк	48
Стрихнин	2
Никотин	1
Афлатоксин-Б	0,009
Диоксин	0,001
Ботулиновый токсин	0,00001

* Для мышей или крыс.

Величина дозы LD - Летальная доза - 50% смертности животных-станд. метод определения токсичности вещества (1920)

Таблица 13.1. Пороговые значения для некоторых обычно встречающихся в окружающей среде соединений.

Соединение	Пороговое значение (ppm)	мг/м ³
Бутиловый спирт	100	
Диоксид углерода	10000	18000
Оксид углерода	35	40
Хлор	0,5	1,5
Диоксид хлора	0,1	0,3
Хлороформ	2	9,8
Формальдегид	20	30
Бензин	300	900
Гексан	50	180
Метиловый спирт	200	260
Озон	0,1	0,2
Диоксид серы	2	5
Трихлорэтилен	50	270

Источник: www.cdc.gov/niosh/npg/nengapdx.html#i

Отравляющие вещества, встречающиеся в ОС по пищевой цепи, поступают в ЖКТ человека

Таблица 13.4. Вещества, известные как канцерогены для людей.

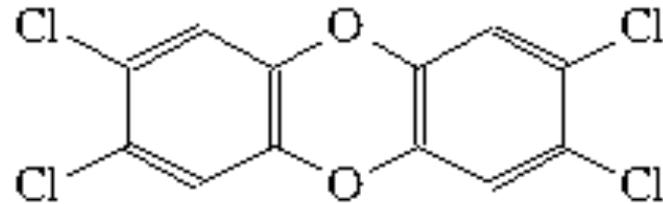
Вещество	Источник или использование
Афлатоксин	Производится грибами в арахисе
4-аминобифенил	Используется для замедления процесса окисления в резине
Болеутоляющие смеси, содержащие фенацетин	Используются в качестве болеутоляющих средств, отпускаемых без рецепта
Соединения мышьяка	Средство для консервации дерева, инсектицид
Асбест	Изоляция
Азатиоприн (имуран)	Лекарство, разработанное для предотвращения отторжения органов при трансплантации почек
Бензол	Растворитель красок, добавка к бензину
Бензидин	Промежуточное вещество при производстве красок
Бис-хлорметиловый эфир	Используется при получении определенных пластмасс
1,3-бутадиен	Используется при производстве синтетической резины и других синтетических соединений
1,4-бутандиол диметилсульфонат (милеран, бусульфан)	Химотерапевтическое средство при лечении лейкемии
Кадмий и его соединения	Используются в сплавах, припоях, батарейках, фотоэлектрических элементах, красках и в гальванических покрытиях
Хлорамбуцил	Химотерапевтическое средство при лечении лимфомы
1-(2-хлорэтил)-3-(4-метилциклогексил)-1-нитрозомочевина (MeCCNU)	Химотерапевтическое средство при лечении злокачественной меланомы, рака мозга, легких и желудочно-кишечного тракта
Хлорметилметиловый эфир	Синтез хлорметиловых соединений
Соединения шестивалентного хрома	Производство сталей, получение гальванических покрытий и масса других областей промышленного использования
Угольная смола	Побочный продукт сухой перегонки угля
Конъюгированные эстрогены	Лекарство при маточном кровотечении
Креозот	Получается из угля и дерева

Циклофосфамид	Химотерапевтическое средство при лечении лейкемии
Циклоспорин А	Иммунодепрессант
Диэтилстилбестрол	Синтетический гормон, используемый при менопаузе и лечении менструальных расстройств
Красители, которые метаболируют в бензидин	Прямые красители Черный 38 и Синий 6
Эрионит	Катализатор, используемый при крекинге сырой нефти
Этиловый спирт	Используется в напитках
Этиленоксид	Используется как фумигант, фунгицид и стерилизующий агент
Мелфалан	Химотерапевтическое средство при лечении рака яичников
Метоксален	Используется при лечении тяжелой стадии псориаза
Горчичный газ	Химическое оружие
2-нафтиламин	Промежуточное вещество при производстве красок
Радон	Радиоактивный газ, выделяющийся из почвы, содержащей урановые руды
Кристаллический кварц (с частицами столь малого размера, что могут попадать в организм при дыхании)	Используется при производстве абразивов, стекла, керамики и нефтехимических продуктов
Солнечное излучение	Излучается солнцем и ультрафиолетовыми лампами
Туман концентрированной серной кислоты	Промышленные процессы
Тамоксифен	Химотерапевтическое средство при лечении рака груди
Диоксид тория	Рентгенодиагностическое исследование
Табачный дым	Курение и вдыхание табачного дыма
Табак	Жевание табака
Трис(1-фзиридинил)фосфин сульфид (тиотеф)	Стерилизатор насекомых
Винилхлорид	Мономер, использующийся при получении виниловых пластмасс
Взято из: National Institute of Environmental Health Sciences, «Ninth Annual Report of Carcinogens», 2000.	

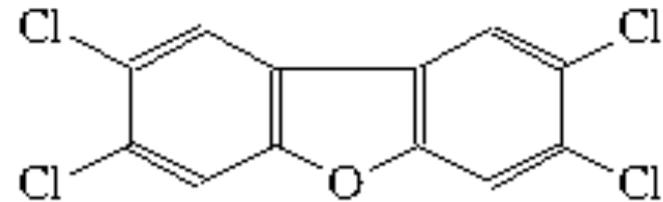
Класс приоритетности загрязнителей среды (по уменьшению опасности) (Исаев, 2001)

Класс	Загрязнитель	Среда
I	Двуокись серы плюс взвешенные частицы	воздух
	Радионуклиды	воздух, пища
II	ДДТ и другие хлорорганические соединения	биота, человек
	Кадмий	пища, человек, вода
III	Нитраты, нитриты	вода, пища
	Окислы азота	воздух
IV	Ртуть и ее соединения	пища, вода
	Свинец	воздух, пища
	Двуокись углерода	воздух
V	Окись углерода	воздух
VI	Фториды	вода
VII	Асбест, мышьяк	воздух
VIII	Микробиотоксины	пища
	Реактивные углеводороды	воздух

Структурные формулы наиболее токсичных диоксиноподобных веществ

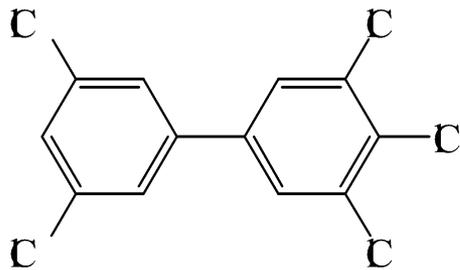


2,3,7,8 - тетрахлордибензо-*p*-диоксин



2,3,7,8 - тетрахлордибензофуран

3,3',4,4',5-пентахлорбифенил



Химическая структура ПХД

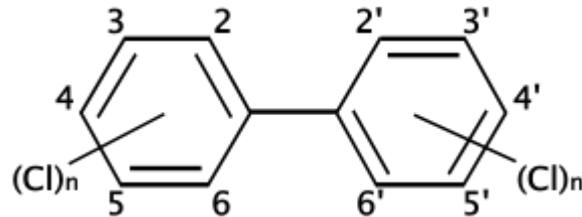
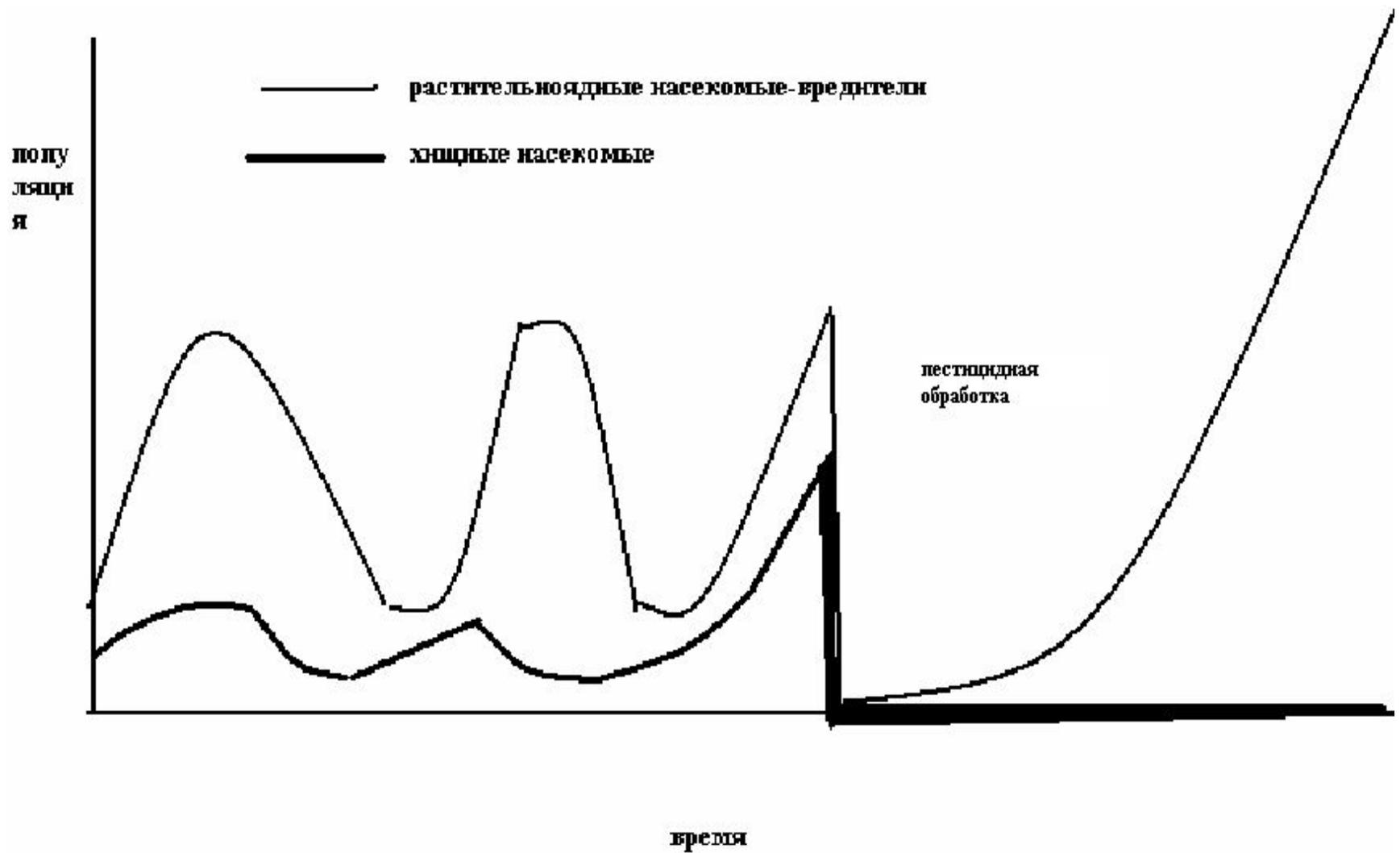




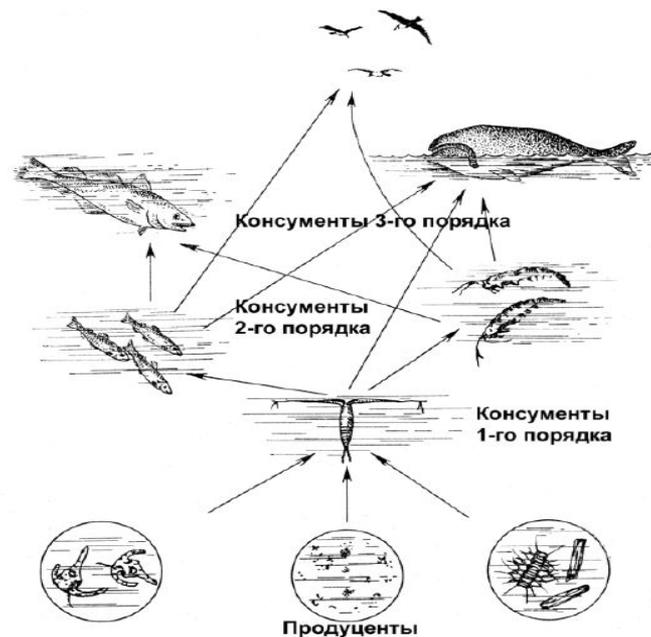
Рис. 2.8. Триaziновый пестицид, удерживаемый на поверхности гуминового вещества электростатическими силами.





«Человек как вид биоты является конечным консументом трофических уровне»

"В настоящее время невозможно оценить опасность, связанную с затопленным химическим оружием для биотической компоненты гидробиоценозов Балтийского моря и как следствие для человека как высшего консумента трофических уровней морских экосистем".



Нормативы содержания диоксинов в объектах окружающей среды в различных странах

Среда	Ед. изм.	США	Германия	Италия	Россия
Атмосферный воздух населенных мест	пг/м ³	0,02	---	0,04	0,05
Воздух рабочих помещений	пг/м ³	0,13	---	0,12	---
Вода	пг/л	0,013	0,01	0,05	20
Почва сельскохозяйственных угодий	нг/кг	27	меньше 5	10	---
Почва не используемая в сельском хозяйстве	нг/кг	1000	---	50	---
Пищевые продукты	нг/кг	0,001	---	---	---
Молоко (пересчет на жир)	нг/кг	---	1,4	---	5,2
Рыба(пересчет на жир)	нг/кг	---	---	---	88

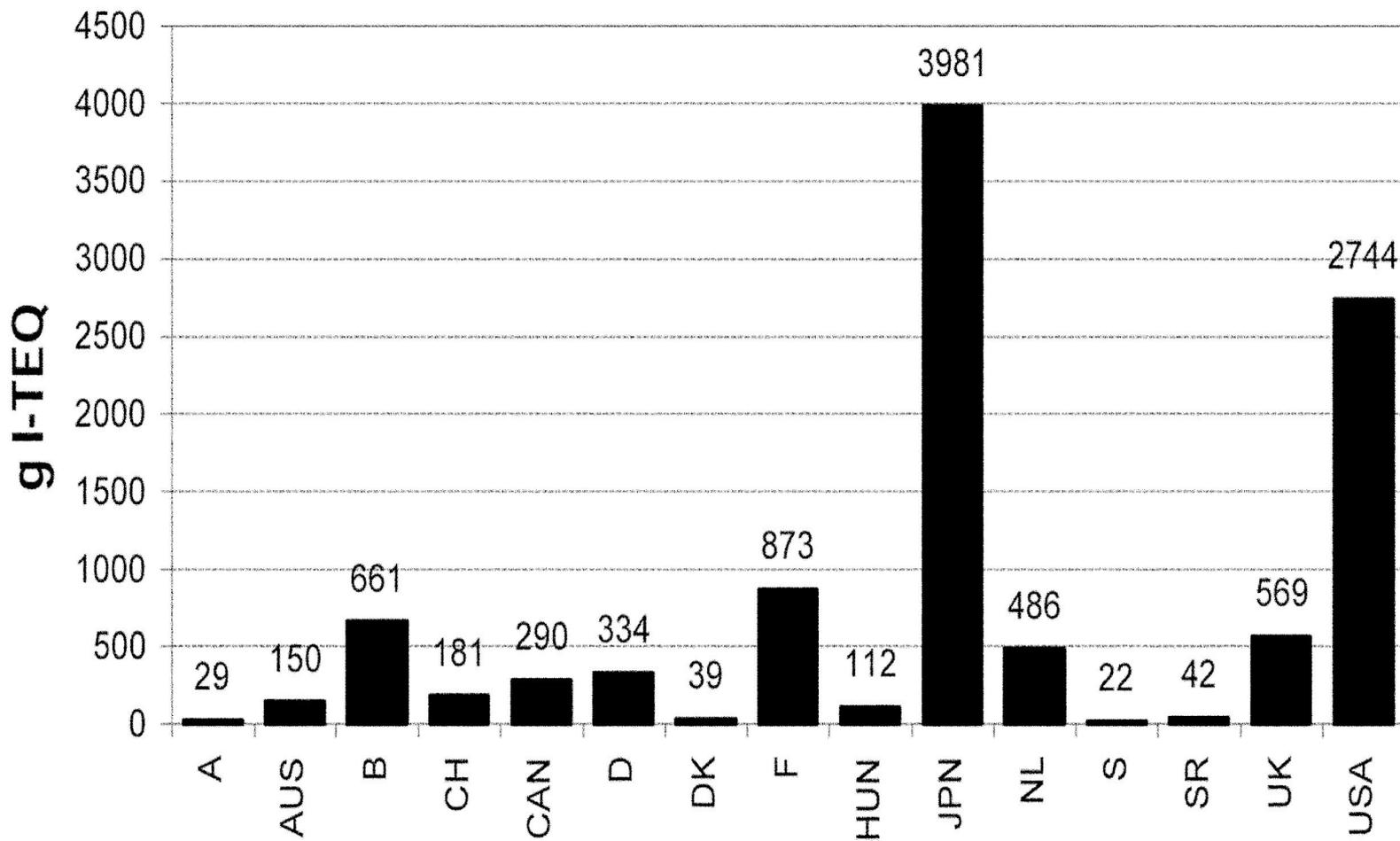
Суточные поступления диоксина в организм человека в США из разных источников (1992 г.)

Источник	Содержание диоксина нг/кг	Суточные поступления г/сутки	Общие поступления	
			пг/сутки	%
Пыль	8	100мг/сутки	0,8	0,7
Воздух	0,095 пг/м ³	23м ³ /сутки	2,2	2,0
Вода	0,056 пг/л	1,4 л/сутки	0,008	0,01
Рыба	1,2	6,5	7,8	7,3
Молоко	0,07	254	17,8	16,5
Молочные изделия	0,36	55	19,8	18,4
Яйца	0,14	27	3,8	3,5
Говядина и телятина	0,48	88	42,2	39,3
Свинина	0,26	28	7,3	6,8
Птица	0,19	31	5,9	5,5
Всего			108 пг	100%

**Период полувыведения высокотоксичного 2,3,7,8-ПХДД
из живых организмов составляет (в днях)**

мышь	15
крыса	30
морская свинка	30 - 95
обезьяна	455
человек	2150 (4-5 лет)

Выбросы в атмосферу производных диоксина в 1995 г



I-TEQ International Toxicity Equivalent – Международный эквивалент токсичности

Некоторые источники образования ПХДД и ПХДФ в США

Источник эмиссии	I-TEQ _{DF}	Размерность	Всего, г/год	
			1995	1987
Сжигание бытового мусора	38,2	нг/кг	1100	7915
Сжигание опасных отходов	3,83	нг/кг	5,7	5,0
Сжигание медицинских отходов	589	нг/кг	461	2440
Крематории	17	мкг/тело	9,1	5,5
Сжигание сточных вод	6,94	нг/кг сухого осадка	14,6	6,0

I-TEQ International Toxicity Equivalent –
Международный эквивалент токсичности

Нетермические методы детоксикации диоксинов

Процесс	Степень разложения, %	Влияние на окружающую среду
Фотолиз	>99,8	Не оказывает
Радиолиз	97	Радиация, образование малохлорированных диоксинов
Гидродехлорирование	>99	Образование токсичных побочных продуктов
Дехлорирование	>99	Не оказывает
Каталитическое окисление	>99	Требует высоких температур и давления
Озонирование	97	Остатки продуктов реакции
Разложение иодидом хлора	92	Образование хлорорганических остатков