

# **Загрязнение окружающей среды**

# План урока

1. Основные типы загрязняющих веществ
2. Опасность химического загрязнения:
  - 2.1. ПДК
  - 2.2. Тропосферный озон
  - 2.3. Закисление пресных водоемов
  - 2.4. Источники выбросов сернистого газа, оксидов азота, тяжелых металлов и др. токсичных веществ
3. Биологическое загрязнение
4. Физическое загрязнение:
  - 4.1. Тепловое
  - 4.2. Шумовое
  - 4.3. Микроволновое
  - 4.4. Радиационное

# Основные типы загрязняющих веществ

## Физико-химическое загрязнение

- выбросы в атмосферу и водоемы загрязняющих веществ (в том числе радиоактивных)



## Биологическое загрязнение

- загрязнение воды и почвы нечистотами, содержащими болезнетворные микроорганизмы и антропогенная интродукция чужеродных биологических видов, губительных для экосистемы



## Физико-механическое загрязнение

- засорение атмосферы частицами пыли из-за неправильной распашки. Ведущей к эрозии почв или шумовое загрязнение городской среды



# Опасность химического загрязнения

1. Изменение природных циклов, например, при сжигании ископаемого топлива происходит выброс огромных количеств окислов углерода, серы и азота

2. Распространение синтетических веществ, не существующих в природе (ксенобиотики) и часто не разлагающихся, например, утечки диоксинов, использование ядохимикатов в



**ПДК** – предельно допустимые концентрации веществ

# Статья 19 Закона РФ №7 – ФЗ «об охране окружающей природной среды»

ПДК устанавливаются с учетом:

- отсутствия практического влияния на здоровье человека;
- долгосрочных последствий воздействия загрязнения (канцерогены);
- накопление в пищевых цепях;
- опасность не только для человека, но и для природной среды

**ПДК постоянно пересматриваются**

**Токсичные вещества** нарушают жизненно важные функции организма в крайне низких концентрациях ( $DL_{100}$  – абсолютно-летальная доза,  $DL_{50}$  – среднесмертельная доза)

**Сумма относительных уровней загрязнения:**

$$S = \sum s_i = c_1 / \text{ПДК}_1 + c_2 / \text{ПДК}_2 + c_3 / \text{ПДК}_3 + \dots$$

Норма, если  $S \leq 1$

## Опасность загрязняющего вещества зависит от:

1. Последствий воздействия, например, радиоактивные вещества вызывают лучевую болезнь, канцерогенез, генетические последствия; ртуть поражает нервную систему и почки с летальным исходом; свинец – поражения нервной системы, печени и кроветворных органов; удобрения, пестициды - тяжелые генетические последствия и т.д.
2. Величины выброса и ПДК, например, одними из самых токсичных веществ являются диоксины, 3,4-без(а) пирен, ртуть, кадмий, талий, свинец, тетраэтилсвинец и др.;
3. Параметров распространения и времени жизни, например, радиоактивные вещества при авариях в атмосфере сохраняются около 100 часов, в воде – месяцы, в почве - сотни лет; ртуть, удобрения и пестициды мигрируют из среды в среду и может сохраняться в биосфере сотни лет и т.д.

# Задание: решите задачу

## Вариант 1

В воздухе рабочей зоны химического цеха обнаружены загрязняющие вещества аммиак, хлор, формальдегид, в следующих концентрациях: 25; 0,5; 0,8; мг/м<sup>3</sup>. Рассчитать уровень загрязнения воздуха химического цеха и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха данного цеха. ПДК соответствующих веществ, мкг/м<sup>3</sup>: 200, 100, 35.

Дано:

Решение:

## Вариант 2

В воздухе промышленной площадки химического цеха обнаружены пары следующих кислот – серной; соляной и азотной в концентрациях 0,5; 1,2; 0,8 мг/ м<sup>3</sup>. Рассчитать уровень загрязнения воздуха промышленной площадки и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха. ПДК соответствующих веществ, мкг/м<sup>3</sup>: 300, 200, 400.

Найти:

Ответ:

**Сумма относительных уровней загрязнения:**

$$S = \sum S_i = c_1 / \text{ПДК}_1 + c_2 / \text{ПДК}_2 + c_3 / \text{ПДК}_3 + \dots$$

Норма, если  $S \leq 1$



**Таблица 4.4. Основные типы загрязняющих веществ, их источники и характер воздействия на людей и природные объекты**

Вещество	Основные источники	Основные объекты и характер воздействия
Радиоактивные вещества	Аварии на атомных станциях, при транспортировке и переработке отходов. Свалки и заражённые угодья	Биологические объекты – прямое поражение и по пищевым цепям. Лучевая болезнь, канцерогенез, генетические последствия
Ртуть	Сжигание органического топлива. Производство хлора, пластмасс, бумаги, соды. Электролиз, обработка руд, амальгамирование. Свалки: термометры, ртутные лампы	Медленное отравление почв и пресноводных водоемов. Поражение нервной системы и почек с летальным исходом. Особо опасно образование метилртутных соединений в пресной воде от сбросов и атмосферных выпадений
Свинец	Цветная металлургия, автотранспорт, свалки	Поражение нервной системы, печени и кроветворных органов, обогащение и накопление в пищевых цепях
Кадмий	Цветная металлургия, свалки	Канцерогенез
Мышьяк	Цветная металлургия, свалки	Особо ядовит в соединениях
Удобрения, пестициды	Производство, транспортировка, хранение и применение	Отравление людей и животных непосредственно и по пищевым цепям с тяжёлыми генетическими последствиями
Окислы серы	Тепловая энергетика, металлургия, нефтехимия и т. д.	Закисление почв и водоёмов, деградация и гибель лесов, респираторное воздействие на людей, коррозия металлов



## Продолжение таблицы 4.4.

Окислы азота	Автотранспорт, тепловая энергетика, металлургия и другие высокотемпературные процессы и технологии	Закисление почв и водоёмов, образование озонового смога. При попадании в организм человека с пищей превращаются в нитрозамины – сильнейшие канцерогены
Аммиак и аммоний	Аммонийные удобрения, животноводство, нечистоты	Эвтрофикация водоёмов, респираторное воздействие на людей
Пыль	Тепловая энергетика, металлургия, карьеры и терриконы, производство цемента, эрозия почв	Респираторное воздействие на людей, угнетение растительности, повышенный износ техники
Диоксины и другие органические вещества	Химическое и биохимическое производство, аварии на химических и электротехнических установках	Особо опасные и опасные ядовитые вещества, в малых концентрациях – сильные канцерогены и мутагены
Болезнетворные микроорганизмы	Неочищенные сточные воды, свалки (грызуны – крысы и мыши)	Холера, чума, дизентерия, сальмонеллёзы, инфекционный гепатит
Хлорфторуглероды	Аэрозольные распылители, холодильные установки, электротехническая и электронная промышленность	Безвредны для биоты. Попадая в стратосферу, разрушают озоновый слой

# Источники выбросов сернистого газа $SO_2$

Каменный уголь и нефть  
содержат серу, природный газ -  
сероводород

Металлургия черная,  
цветная – сульфаты,  
сульфиды



Наибольшее количество сернистого газа в воздухе зимой

# Источники соединений азота в атмосфере

Образуются при высоких температурах сжигания органического топлива – с отходящими газами электростанций, , металлургических печей и выхлопными газами автомобилей.

$N_2O$  – разрушает озоновый слой в стратосфере;  
 $NO$  и летучие органические соединения (выхлопные газы автомобилей) – приводят к образованию городского озонового смога

Соединения азота (нитраты, аммоний) способствуют эвтрофикации водоемов как пресноводных, так и целых морей, например, Балтийского





# За кисление пресноводных водоемов (окислы серы $SO_2$ , $SO_3$ , окислы азота $NO_2$ )



Рис. 4.5. Диапазоны толерантности к закислению обитателей пресноводных водоёмов. При рН < 5 водоём «умирает»

# Тропосферный озон – компонент фотохимического смога, а также пероксилацетилнитрат и др. фотохимические окислители, например перекись водорода ( $H_2O_2$ )

## У людей:

воспаление глаз, раздражение носоглотки, спазмы грудной клетки, сильный кашель, отсутствие сосредоточенности;  
где смоги часты - хронический бронхит, эмфизема легких, рак, аллергические заболевания

## У растений:

разрушаются хлоропласты, ингибируется фотосинтез, нарушается регуляция устьиц, меняет активность ферментов;  
повреждаются леса и там, где много ТЭЦ работающих на угле К озону менее чувствительны кедр, сосна, дуб



# Природные источники аэрозольных частиц и

## пыли

Ветровой  
подъём

Извержение  
вулканов

Мировой океан

**Аэрозольные частицы** служат ядрами конденсации при образовании облаков, ответственны за рассеяние и отражение солнечного света

Аэрозольные частицы могут быть носителями опасных загрязняющих веществ - тяжелых металлов (V, Ni, Hg, Cd, Tl, Co, Cu, Pb, Sn, As, Sb, Se, Cr, Zn) и ядовитых долгоживущих органических соединений

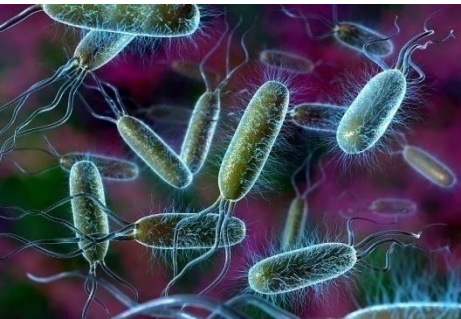


# Биологическое загрязнение



- переносчики эпидемических заболеваний: чумы, гепатита, геморрагических лихорадок, лептоспирозов и туляремии.

*Борьба – очистка от мусора и пищевых отходов, ?ядохимикаты?*



- бактериальное загрязнение вод и почвы возникает из-за неисправности канализационных систем. Наиболее опасные возбудители инфекционных заболеваний: холерный вибрион, сальмонеллы, шигеллы и вирусы гепатита.

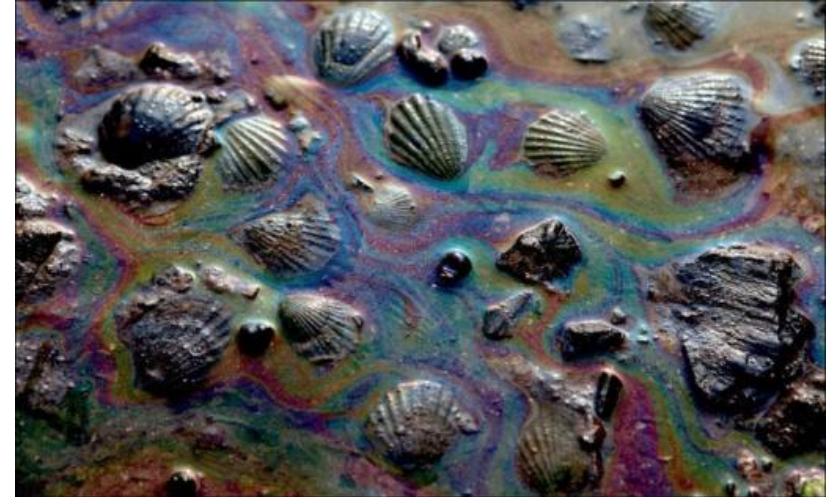
*Борьба: хлорирование, озонирование воды, пастеризация. **Коли-индекс – в 1 л воды не более 10 кишечных палочек.***

## Механическое загрязнение



даже химически  
пассивный мусор  
(пластик, стекло) делает  
непригодными для жизни  
пространства

## Нефтепродукты



прекращают газообмен,  
разлагаются очень  
медленно

# Физическое загрязнение

Тепловое  
загрязнение:

Крупные  
электростанции и  
заводы используют  
для охлаждения  
оборудования  
большие объемы  
воды

Шумовое загрязнение:

- болевой порог - 130 дБ ;
- тихая сельская местность – 20-30 дБ;
- обычный разговор – 40-50 дБ;
- салон легкового автомобиля, пылесос – 60-70 дБ;
- тяжелый дизельный грузовик – 90 дБ;
- шумный заводской цех – 100 дБ;
- выстрел из ружья вблизи уха – 160 дБ.

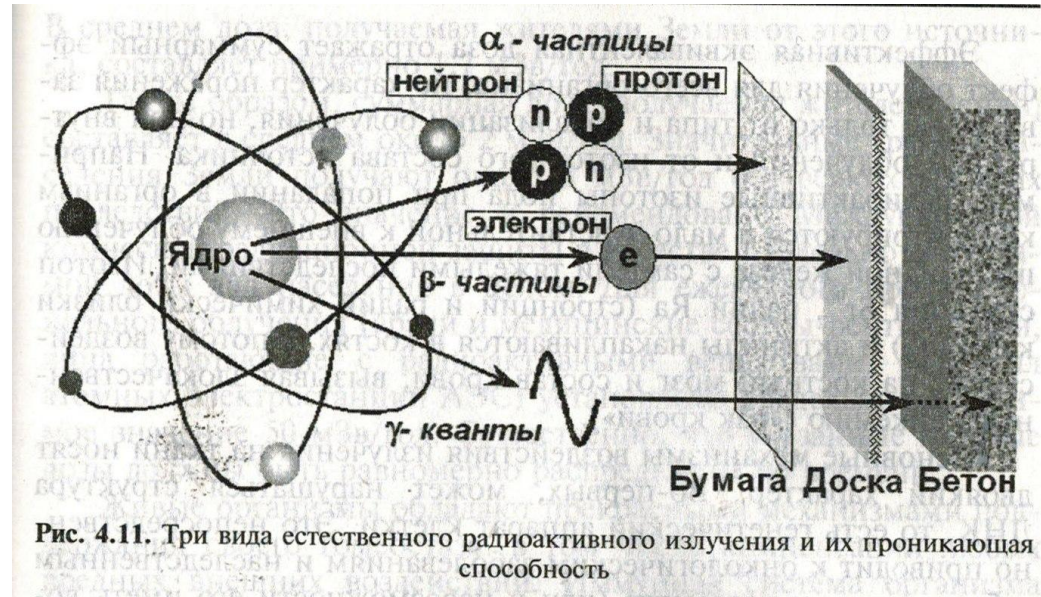
Микроволновое  
загрязнение:

В 1 м от  
микроволновой печи  
интенсивность  
облучения ниже в  
200-500 раз, эти  
волны одинаково  
проникают и в  
мертвую и в живую  
материю.

# Радиоактивное загрязнение

## Источники:

- Радон – тяжелый инертный газ, постоянно просачивается из земной коры;
- Строительные материалы – гранит, бетон, цемент, глиноземы содержат следы урана и тория;
- Антропогенные источники: ядерное оружие, АЭС



## Механизмы воздействия излучения

Поломки ДНК → онкологические заболевания и наследственные заболевания потомства или бесплодие





## Задание

№1. Известно, что коэффициент естественного выделения радона у древесины один из самых низких. Однако во многих деревянных домах уровень концентрации радона выше.

Укажите, с какими особенностями дома это связано?

№2. При каких погодных условиях отрицательное воздействие смога на живые организмы наибольшее?

№3. Хорошая герметизация дома обеспечивает сохранение тепла, но приводит к ухудшению экологической обстановки в квартирах. За счет какого фактора?

№4. Какие газы накапливаются в помещениях, если здание построено на месте старой животноводческой фермы?

**Таблица 4.1. ПДК некоторых загрязняющих веществ в воздухе для населённых мест по данным ВОЗ и нормативам РФ (1 пг =  $10^{-12}$  г, 1 нг =  $10^{-9}$  г, 1 мкг =  $10^{-6}$  г)**

Вещество	Единица измерения	Разовая ПДК ( $\leq 20$ минут)	Среднесуточная ПДК
Диоксины	пг/м <sup>3</sup>	$\ll 1$	$\ll 1$
Диоксид азота NO <sub>2</sub> (N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	мкг/м <sup>3</sup>	85	40
Оксид азота NO	мкг/м <sup>3</sup>	400	60
Пары азотной кислоты HNO <sub>3</sub>	мкг/м <sup>3</sup>	400	150
Аммиак NH <sub>3</sub>	мкг/м <sup>3</sup>	200	40
Нитрат аммония NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	мкг/м <sup>3</sup>	–	300
Серная кислота H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	мкг/м <sup>3</sup>	300	100
Сероводород H <sub>2</sub> S	мкг/м <sup>3</sup>	8	–
Серы диоксид SO <sub>2</sub>	мкг/м <sup>3</sup>	500	50
Озон O <sub>3</sub>	мкг/м <sup>3</sup>	160	30
Оксид углерода CO (угарный газ)	мкг/м <sup>3</sup>	5000	3000
Синильная кислота HCN	мкг/м <sup>3</sup>	–	10
Белок белково-витаминного концентрата (БВК)	мкг/м <sup>3</sup>	–	1



Продолжение таблицы 4.1

Вещество	Единица измерения	Разовая ПДК ( $\leq 20$ минут)	Среднесуточная ПДК
3,4-бенз( $\alpha$ )пирен	нг/м <sup>3</sup>	–	1
Инертные частицы (пыль)	мкг/м <sup>3</sup>	$\leq 500$	150
Бериллий в любых формах	нг/м <sup>3</sup>	–	10
Ванадий и его оксид V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	мкг/м <sup>3</sup>	–	2
Никель в любых формах	мкг/м <sup>3</sup>	–	$\leq 1$
Железо (в окислах)	мкг/м <sup>3</sup>	–	40
Марганец в любых формах	мкг/м <sup>3</sup>	10	$\leq 1$
Ртуть (неорганические формы)	нг/м <sup>3</sup>	–	300
Кадмий в любых формах	нг/м <sup>3</sup>	–	300
Таллий в любых формах	нг/м <sup>3</sup>	–	400
Кобальт в любых формах	мкг/м <sup>3</sup>	–	1
Медь в любых формах	мкг/м <sup>3</sup>	3	$\leq 4$

Свинец (без тетраэтилсвинца)	нг/м <sup>3</sup>	1000	300
Тetraэтилсвинец	нг/м <sup>3</sup>	–	3
Мышьяк (неорганические формы)	мкг/м <sup>3</sup>	–	3
Сурьма в любых формах	мкг/м <sup>3</sup>	–	10
Хром в любых формах	мкг/м <sup>3</sup>	≤ 1	≤ 1
Цинк в любых формах	мкг/м <sup>3</sup>	–	50
Фенол	мкг/м <sup>3</sup>	10	3
Формальдегид	мкг/м <sup>3</sup>	35	3
Гексахлорциклогексан	мкг/м <sup>3</sup>	30	30
Капролактam (пары, аэрозоль)	мкг/м <sup>3</sup>	60	60
Фтор (в газовой фазе)	мкг/м <sup>3</sup>	20	5
Хлор	мкг/м <sup>3</sup>	100	30
Пары соляной кислоты HCl	мкг/м <sup>3</sup>	200	200



**Таблица 4.5. Дальность распространения от источника и время пребывания в природных средах основных типов загрязняющих веществ**

Тип загрязнителя	Дальность атмосферного переноса от источника	Время пребывания в среде		
		Атмосфера	Воды	Почвы
Радиоактивные вещества	0–5000 км при авариях	0–100 ч	Месяцы	Сотни лет
	0–300 км от постоянных источников*	0–5 ч	Месяцы	Сотни лет
Ртуть	Глобальная шкала. 0–50 км: особо опасные концентрации	Годы, десятки и сотни лет в биосфере; мигрирует из среды в среду; возможно накопление в воде		
Свинец, кадмий, мышьяк и др. металлы, переносимые частицами	0–500 км	5–20 ч	Месяцы	Годы
Удобрения, пестициды	От десятков км до глобального распространения	От часов до десятков лет в биосфере; мигрируют из среды в среду; возможно накопление в воде		



**Таблица 4.5. Дальность распространения от источника и время пребывания в природных средах основных типов загрязняющих веществ**

Окислы серы	0–5000 км	100 ч	**	**
Окислы азота	0–10 000 км	До 200 ч	**	**
Аммиак и аммоний	0–2000 км	50 ч	**	**
Пыль и сажа	0–1000 км	10–100 ч	—	—
Диоксины, синтетические органические вещества, белок белково-витаминного концентрата	От десятков км до глобального распространения	От часов до десятков лет в биосфере; мигрируют из среды в среду. Диоксины и многие другие синтетические вещества почти не поддаются разложению		

\* Радиоактивные, инертные газы могут распространяться в глобальном масштабе.

\*\* В водоёмах и почвах быстро включаются в нормальные биогеохимические циклы, вследствие чего воздействие на водоёмы и почвы неоднозначно. Соединения серы практически не опасны (и даже могут быть полезны) для щелочных почв и водоёмов, лежащих на щелочных породах, но могут быть опасным загрязнением для кислых почв и особенно для биоты водоёмов, лежащих на кислых породах. Окислы азота и соединения аммония при попадании в водоёмы вызывают их эвтрофикацию, но могут способствовать росту плодородия почв, обогащая их связанным азотом.

# Контрольные вопросы

1. Что относят к химическому загрязнению? В чем опасность химического загрязнения? Для чего рассчитывают ПДК?
2. Назовите источники и последствия воздействия оксидов азота.
3. Назовите источники и последствия воздействия тропосферного озона.
4. Что является источниками теплового, шумового и микроволнового загрязнения?
5. Назовите источники радиоактивного загрязнения. В чем его опасность?
6. Что относят к механическому загрязнению? В чем его опасность? К каким последствиям приводит загрязнение нефтью?
7. Охарактеризуйте биологическое загрязнение.