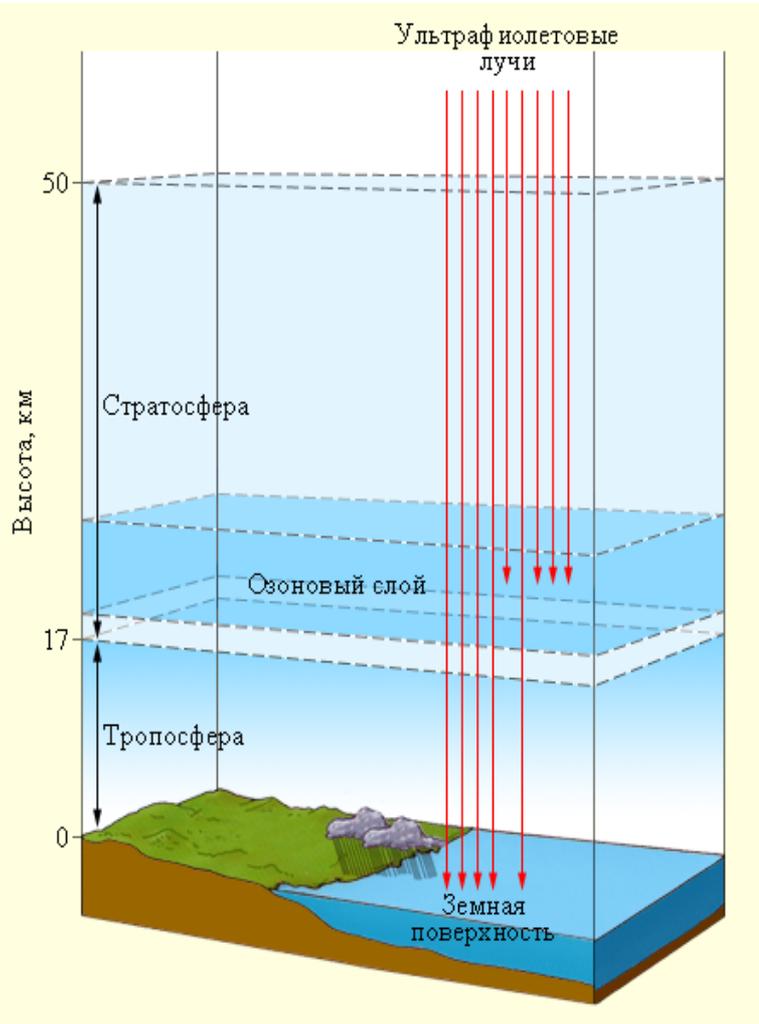


Антропогенные воздействия. Физические  
характеристики загрязняющих веществ.  
Воздействие вредных веществ на человека и на  
природные комплексы.

1. **Загрязнение атмосферы**
2. **Загрязнение гидросферы**
3. **Загрязнение литосферы**





Атмосфера - газовая оболочка Земли, масса которой около **5,9-10<sup>15</sup>т.**

В зависимости от температуры в газовой оболочке различают несколько зон, располагающихся на различных высотах от Земли.

В **тропосфере**, простирающейся на высоте от 7 до 18 км над уровнем моря (минимум над полюсами и максимум над экватором), происходит интенсивное вертикальное перемещение воздуха и здесь находится основная его масса (**до 80 %**).

Именно здесь происходят все те явления, которые мы именуем погодой - образуются все осадки, облака, грозы и штормы. С увеличением высоты температура в тропосфере понижается до  $-50^{\circ}\text{C}$ .

Выше тропосферы находится **стратосфера**, протяжённость которой около 50 км. Температура в ней вначале остаётся постоянной, а с высотой повышается до уровня, близкого к  $0^{\circ}\text{C}$  из-за поглощения озоном ультрафиолетового излучения. Над стратосферой лежит **мезосфера**, выше которой расположена **термосфера**, где температура с увеличением высоты непрерывно повышается на уровне 400 км может достигать **700-1500<sup>o</sup>C**. С высотой **уменьшается** атмосферное давление.

Озон ( $O_3$ ) – его образование и разложение связаны с поглощением ультрафиолетовой радиации Солнца, которая губительна для живых организмов. Он же задерживает 20% инфракрасного излучения Земли, повышая утепляющее действие воздушного покрывала. Основная масса озона располагается на высоте 22-24 км.

Плотность атмосферы падает с высотой. У самого моря около  $0,001\text{г/см}^2$ , т.е. почти в 1000 раз меньше плотности воды, но тем не менее это мощная защита планеты от губительного для живых организмов воздействия космоса. Прорвать эту брони в состоянии лишь крупные метеориты (десятки, сотни тон).

## Газовый состав атмосферы

Компоненты	Содержание, % по объёму	Компоненты	Содержание, % по объёму
1. <b>Азот</b>	78,09	9. Оксид азота	$2,5 \times 10^{-4}$
2. <b>Кислород</b>	20,94	10. Водород	$5 \times 10^{-5}$
3. Аргон	0,93	11. Метан	$1,5 \times 10^{-4}$
4. <b>Диоксид углерода</b>	0,033	12. Диоксид азота	$1,5 \times 10^{-4}$
5. Неон	$1,8 \times 10^{-3}$	13. Озон	$2 \times 10^{-6}$
6. Гелий	$5,2 \times 10^{-4}$	14. Диоксид серы	$2 \times 10^{-8}$
7. Криптон	$1 \times 10^{-4}$	15. Оксид углерода	$1 \times 10^{-5}$
8. Ксенон	$8 \times 10^{-6}$	16. Аммиак	$1 \times 10^{-6}$

Атмосфера состоит в основном из кислорода и азота.

Кислородно- азотный состав сохраняется примерно до высоты 400-600 км.

Выше 600 км в атмосфере до высоты 1600 км преобладает **гелий**.

Далее преобладает **водород**.

## Атмосферный воздух выполняет сложнейшие экологические функции, а именно:

- регулирует тепловой режим Земли, способствует перераспределению тепла по земному шару. Атмосфера постоянно циркулирует. Поднимающийся вверх тёплый воздух у экватора замещается холодными воздушными потоками, движущимися от полюсов;
- газовая оболочка – это «одеяло» Земли, предохраняющее её от чрезмерного остывания и нагревания. Благодаря этому не бывает резких переходов от мороза к жаре и наоборот. Если бы Земля не была окружена атмосферой, то в течении одних суток амплитуда колебаний температур поверхности нашей планеты достигла бы 200 °С : днем жара более 100 °С, а ночью мороз (около 100 °С), а благодаря атмосфере амплитуда колебания температуры в течении суток около 15 °С;
- спасает все живое на Земле от губительных ультрафиолетовых, рентгеновских и космических лучей. Верхние слои атмосферы частично поглощают, частично рассеивают эти лучи;
- защищает нас от звёздных осколков. С огромной скоростью (от 11 до 64 км/с) они под влиянием земного притяжения врезаются в атмосферу планеты, раскаляются за счёт трения о воздух и на высоте около 60-70 км большей частью сгорают. Размеры метеоритов в подавляющем большинстве не превышают величины горошины.

- определяет световой режим Земли, разбивает солнечные лучи на миллионы мелких лучей, рассеивает их и создает то равномерное освещение, к которому привык человек;

- наличие воздушной оболочки придает нашему небу голубой цвет, так как молекулы основных элементов воздуха рассеивают главным образом лучи с короткой длиной волны, т.е. фиолетовые, синие и голубые;

- является той средой, где распространяются звуки. Без воздуха на Земле царила бы тишина;

- обладает способностью к самоочищению. Оно происходит при вымывании аэрозолей из атмосферы осадками, турбулентном перемешивании в приземном слое воздуха, отложении загрязнённых веществ на поверхности земли и т.д.

**Способность атмосферы к самоочищению имеет определенные границы.**

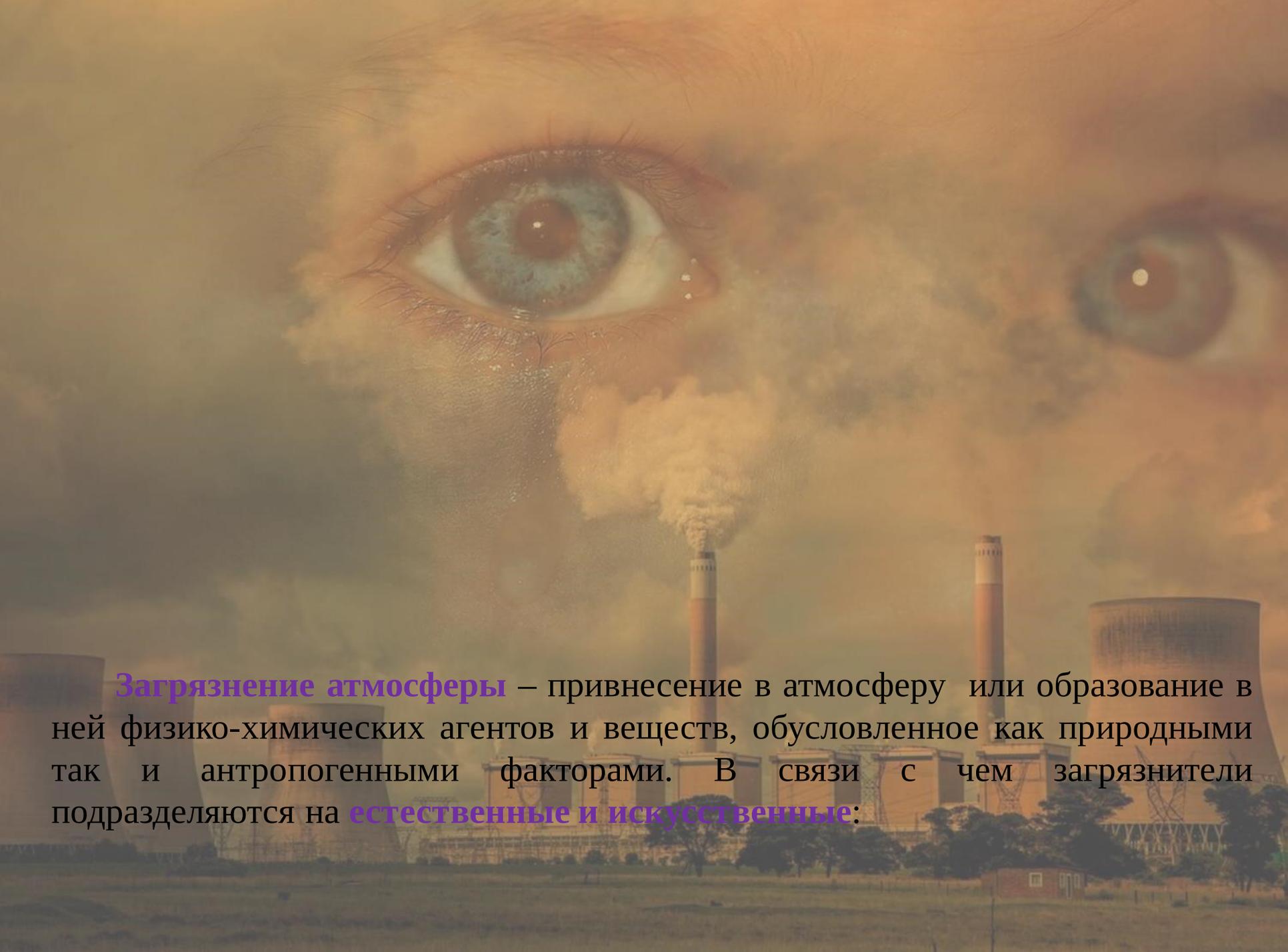
Огромная масса воздушной оболочки Земли и сбалансированность естественного круговорота в биосфере её газовых компонентов создают **иллюзию** неисчерпаемости ресурсов атмосферного воздуха.

Однако, если учесть, что кроме исчерпаемости атмосфера должна сохранять природные качества, эта **иллюзия исчезает**.

Уже начиная с XIX столетия, по мере развития промышленности, а затем энергетики и транспорта **газовое равновесие в атмосфере начинает нарушаться**: в круговорот естественный начинает вмешиваться социальный обмен веществ.

**Сегодня загрязнение атмосферы достигло колоссальных масштабов.**





**Загрязнение атмосферы** – привнесение в атмосферу или образование в ней физико-химических агентов и веществ, обусловленное как природными так и антропогенными факторами. В связи с чем загрязнители подразделяются на **естественные и искусственные**:

Вещества загрязняющие атмосферу подразделяются на первичные и вторичные.

Первичные — содержатся в выбросах.

Вторичные — продукты трансформации первичных, или вторичного синтеза.

По особенностям строения и характеру воздействия на атмосферу загрязнители подразделяются на механические и химические.



По характеру загрязнителя:

- **физическое,**
- **механическое** (пыль, твердые частицы),
- **радиоактивное** (радиоактивное излучение и изотопы),
- **электромагнитное** (различные виды электромагнитных волн, в т.ч. радиоволны),
- **шумовое** (различные громкие звуки и низкочастотные колебания) – тепловое загрязнение (например, выбросы теплого воздуха и т.п.),
- **химическое** – загрязнение газообразными веществами и аэрозолями,
- **биологическое** – в основном загрязнение микробной природы (вегетативные формы и споры бактерий и грибов, вирусы, а также их токсины и продукты жизнедеятельности).

Главные источники загрязнения атмосферы: **естественный и антропогенный** :

### ***I. Естественное загрязнение:***

- Внеземное (космическая пыль);
- Земное:
  - а) морское;
  - б) континентальное:
    - дым;
    - неорганическое (выветривания, вулканизм);
    - органическое (растения, животные).

### ***II. Антропогенное загрязнение:***

#### 1. Радиоактивное:

- а) урановая руда:
  - добыча;
  - транспортировка;
  - переработка;
- б) эксплуатация реакторов;
- в) атомные взрывы;
- г) отходы ТЭЦ.

#### 2. Прочие:

- а) промышленность
- б) транспорт
- в) жилища
- г) сельское хозяйство

**Космическая пыль** образуется из остатков сгоревших метеоритов при их прохождении в атмосфере. Ежегодно её выпадает на Землю **2-5 млн.т.**

**Природная пыль является составной частью земной атмосферы.**

Она представляет собой мельчайшие твёрдые взвешенные в воздухе частицы и ядра конденсации.

Частицы природной пыли имеют **органическое и неорганическое** происхождение и образуются в результате разрушения и выветривания горных пород и почвы, вулканических извержений, лесных, степных и торфяных пожаров, испарения с поверхности морей.

Одним из источников пыли в нижних слоях атмосферы являются безводные пустыни и степи.

Кроме того, пыль образуется аэропланктоном, спорами растений, плесневыми и другими грибами, продуктами гниения, брожения и разложения растений и животных.

**Атмосферный воздух над океаном включает мельчайшие кристаллы солей магния, натрия, калия, кальция, которые образуются в результате высыхания в воздухе брызг воды.**

Как правило, **естественное загрязнение не угрожает отрицательными последствиями для экосистем и обитающих в них живых организмов.**

Источниками антропогенного загрязнения атмосферы являются **транспорт, теплоэнергетика**, предприятия ядерно-топливного цикла (**ЯТЦ**), **промышленные** и **сельскохозяйственные** предприятия.

Несмотря на многообразие веществ, выбрасываемых в атмосферу этими источниками, можно указать **наиболее распространённые выбросы**:

зола, пыль, оксиды серы, азота, сероводород, углеводороды, аммиак, оксиды углерода и т.д.

За год в атмосферу Земли выбрасывается 200 млн.т. **оксида углерода**, более 20 млрд.т. **диоксида углерода**, 150 млн.т. **диоксида серы**, 53 млн.т. **оксидов азота**, свыше 250 млн.т. **пыли**, 120 млн.т. **золы**, более 50 млн.т. **углеводородов**.

Наиболее распространённые и опасные загрязнители атмосферы:

**Оксид углерода CO.** Бесцветный и не имеющий запаха газ. Воздействует на нервную и сердечнососудистую систему, вызывает удушье. Первичный симптом отравления CO (появление головной боли) возникает у человека через 2-3 часа его пребывания в атмосфере, содержащей 200-220 мг/м<sup>3</sup> CO; при более высоких концентрациях появляется ощущение пульса в висках, головокружение. Токсичность CO возрастает при наличии в воздухе оксидов азота.

**Оксиды азота NO<sub>x</sub> (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO<sub>5</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).** В атмосферу выбрасывается в основном диоксид азота - бесцветный, не имеющий запаха ядовитый газ, раздражающе действующий на органы дыхания. Особенно опасны оксиды азота в городах, где они взаимодействуя с углеводами выхлопных газов, образуют **фотохимический туман – смог.**

**Возникновению смога способствуют определенные метеорологические условия – отсутствие ветра и дождя и температурная инверсия.**

Густой ядовитый туман, появляющийся в осеннее зимний период - получил название **смога лондонского типа** его главным компонентом является **сернистый газ** – вызывающий катар верхних дыхательных путей, бронхит.

Более опасен **фотохимический смог или лосанджелесский**, который наблюдается в теплое время года в крупных городах. Он возникает в воздухе загрязнённом выбросами автотранспорта, под действием солнечной радиации и в результате фотохимических реакций. Вызывает раздражение глаз, слизистых оболочек носа и горла, обострение хронических заболеваний – гибель домашних животных и растений, вызывает коррозию металлов, растрескивание красок, резиновых и синтетических изделий.)

Отравляющее действие оксидами азота начинается с легкого кашля - сильный кашель, рвота, головная боль. При контакте с влажной поверхностью слизистой оболочки оксиды азота образуют кислоты  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HNO}_2$ , которые приводят к отёку легких.

**Диоксид серы SO<sub>2</sub>** – бесцветный газ с острым запахом, уже в малых концентрациях (20-30 мг/м<sup>3</sup>) создает неприятный привкус во рту, раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательные пути. Наиболее чувствительны к SO<sub>2</sub> хвойные и лиственные леса, так как он накапливается в хвое и листьях. При содержании от 0,23 до 0,32 мг/м<sup>3</sup> происходит усыхание сосны за 2-3 года в результате нарушения фотосинтеза и дыхания хвои.

**Углеводороды** (пары бензина, пентан гексан и др.) – обладают наркотическим действием, в малых концентрациях вызывают головную боль, головокружение.

**Альдегиды.** При длительном воздействии на человека вызывают раздражение слизистых оболочек и дыхательных путей, а при повышенных концентрациях (для формальдегида 20-70 мг/м<sup>3</sup>) отмечается головная боль, слабость, потеря аппетита, бессонница.

**Соединения свинца.** В организм попадает через органы дыхания приблизительно 50% соединений, под его действием нарушается синтез гемоглобина, возникают заболевания дыхательных путей, мочеполовых органов, нервной системы. Особенно опасны для детей.

В атмосфере постоянно присутствует **пыль** различного происхождения и химического состава. **При неполном сгорании топлива образуется сажа**, представляющая собой высокодисперсный нетоксичный порошок, на 90-95 % состоит из частиц углерода. **Сажа обладает большой адсорбционной способностью по отношению к тяжелым углеводородам в том числе к бензапирену, что делает её опасной для здоровья человека.**

# Последствия загрязнения атмосферы

Смог

Парниковый эффект

Разрушение озонового слоя

Кислотные осадки



## Парниковый эффект.

Люди тысячелетиями пытались воздействовать на погоду, а сейчас мы внезапно оказались на пороге крупнейшего изменения климата, вызванного человеком. К сожалению, оно незапланированное, неуправляемое и может оказаться катастрофическим.

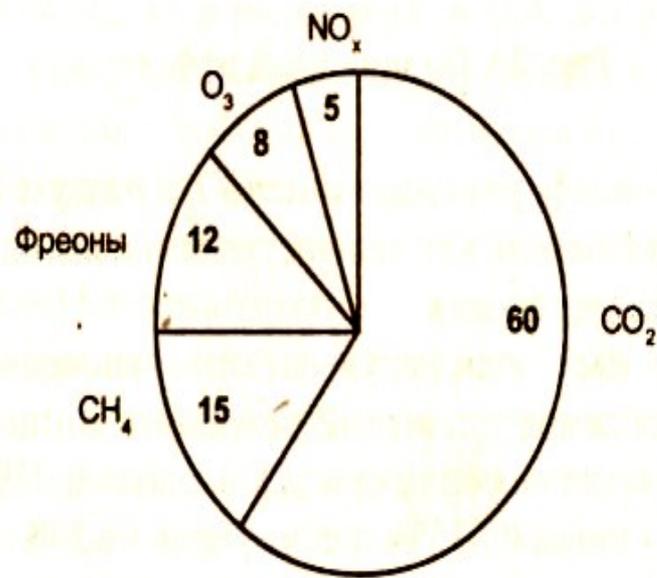
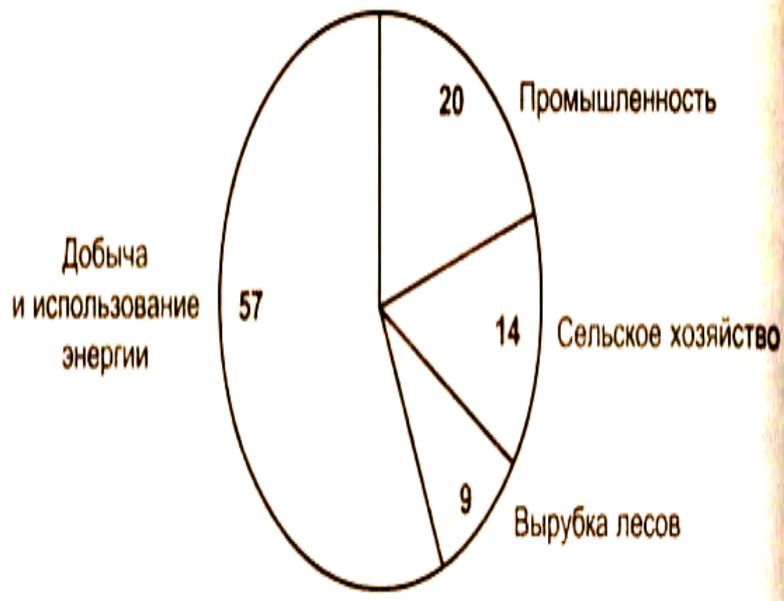
Его причина увеличение содержания в атмосфере углекислого и некоторых других газов, что приведет к потеплению климата – повышению уровня моря и резкому изменению погодных условий во всем мире.

Быстрыми темпами растет в атмосфере содержание **углекислого газа и метана** – эти газы обуславливают «парниковый эффект».

Атмосфера земли действует подобно стеклянной крыше парника - задерживает тепло. (для солнца она прозрачна а наружу тепло проникает с трудом). Температура и климат к котором мы привыкли, обеспечиваются концентрацией углекислого газа в атмосфере на уровне 0,03%.

В природной биосфере содержание  $\text{CO}_2$  поддерживалось на одном уровне (поступление = удалению). Но в настоящее время люди нарушают это равновесие, сводя леса и используя ископаемое топливо. В 1880 г. содержание диоксида углерода в атмосфере - 0,028%. В начале XX века составляла 0,029% к настоящему времени достигла 0,0334 %, т.е. выросла на 20%.

Чем дальше, тем быстрее это увеличение – растущее население планеты сжигает все больше топлива и вырубает всё больше лесов.



*Влияния различных видов хозяйственной деятельности и примесей в атмосфере на развитие парникового эффекта*

Заметно усугубляют проблему некоторые другие газы, выбрасываемые человеком в атмосферу, особенно метан, хлорфторуглероды (ХФУ) и оксиды азота, поглощающее инфракрасное излучение в 50-100 раз сильнее, чем углекислый газ, что также способствует потеплению климата.

Прошедший в 1997 г. Всемирный экологический форум в **Киото** констатировал, что через двадцать лет на Земле станет теплее на 3 градуса.

Такого не наблюдалось за всю предыдущую историю человечества. Ночи будут теплее, летом станет больше жарких дней, а зимой - холодных. Проливные дожди будет сменять продолжительная засуха. Самый стремительный рост средней температуры на Земле за последние 50 лет наблюдается в районе Антарктиды. Здесь потеплело на 2,5 градуса, что вызвало обрушение ледников площадью в несколько тысяч квадратных километров и повышение уровня Мирового океана.

Уровень воды в морях и океанах за последнее время поднялся на 10-15 сантиметров.

К 2100 году, по прогнозам специалистов, он увеличится ещё на метр. Это приведёт к затоплению береговой линии и необходимости эвакуировать сотни миллионов человек.

Увеличение температуры воздуха может привести к увеличению смертности. Однако Земле грозит не только большой потоп.

По мнению американского эколога Уолленса Бороскера из Колумбийского университета, увеличение концентрации промышленных газов может изменить океанические течения. Например, обогревающий Европу Гольфстрим. И тогда температура в Дублине упадёт на 10 градусов.

Итоговый протокол форума в **Киото** зафиксировал обязательства стран Европейского союза сократить к 2010 году загрязнение атмосферы на 8 % по сравнению с 1990 годом.

**Кислотные дожди.** Термин кислотные дожди был введен английским химиком А. Ситом более 100 лет назад. Однако пагубные экологические последствия кислотных осадков появились лишь в последние 30-35 лет.

Кислотными называют любые осадки – дожди, туманы, снег – кислотность которых выше нормальной. У нормального дождя  $pH = 5,6$  т.е. он слабокислый, так как растворяясь в воде углекислый газ образует слабую кислоту, а вобрав кислоты образующиеся из диоксидов серы и азота, дождь становится заметно кислым.

Поэтому кислотные дожди преимущественно связаны с выбросами в атмосферу сернистого газа, сероводорода, оксида и диоксида азота и углекислого газа, но больше всего – сернистый газ.

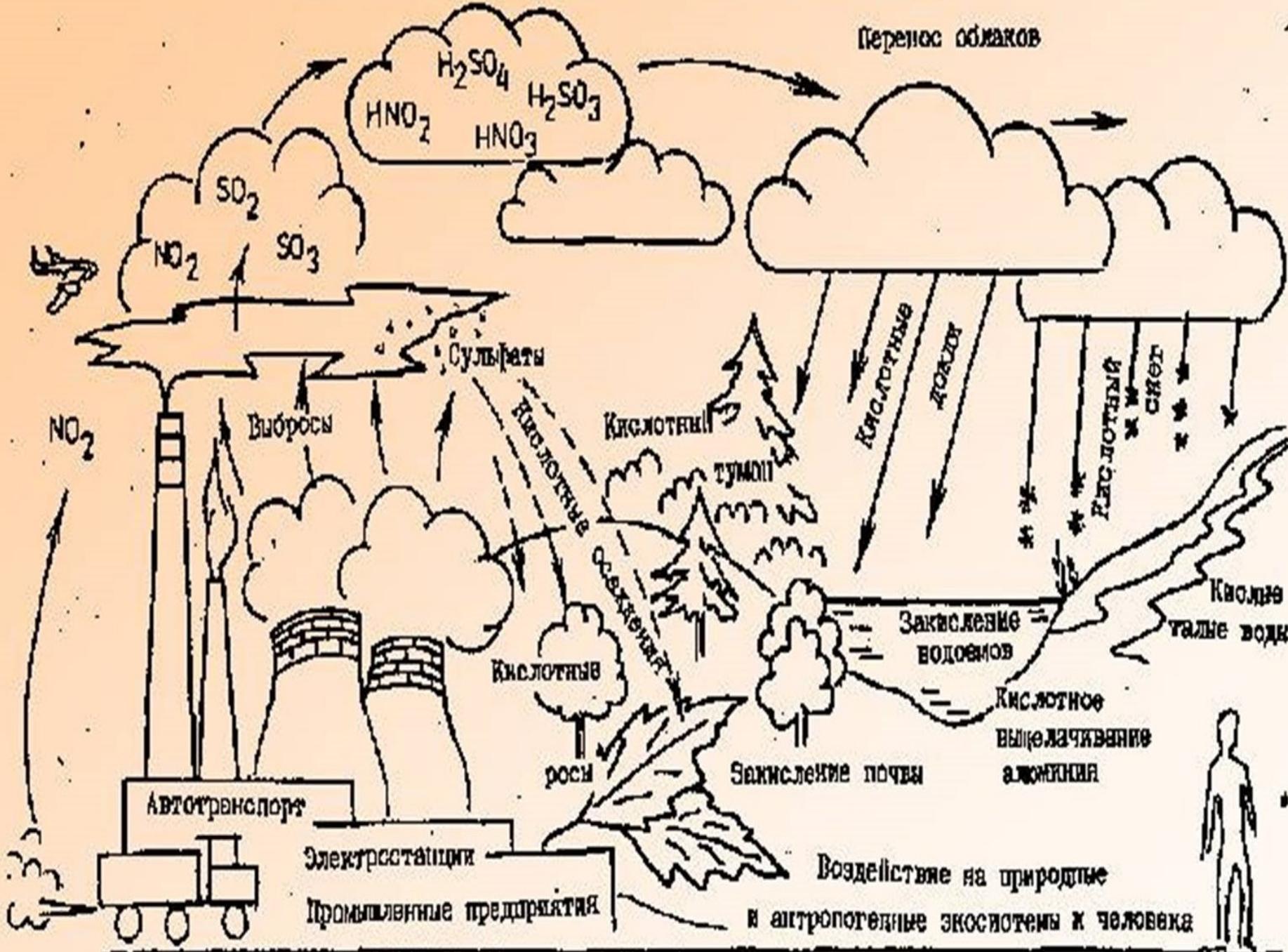
Естественным источником его в тропосфере преимущественно являются вулканы. Антропогенным источником  $SO_2$  является процесс сжигания ископаемого топлива. Ежегодный выброс в тропосферу сернистого газа составляет 145 млн.т: 70% выбросов дает сжигание угля; 16 % жидкого топлива(мазута, нефти, керосина, бензина).

В атмосфере происходят следующие превращения сернистого газа:

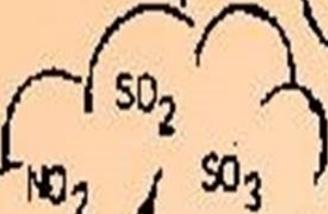
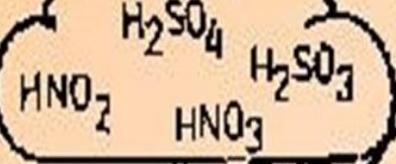


или





Перенос облаков



Сульфаты

Выборы

Кислотный туман

Кислотные дожди

Кислотный снег

Кислые талые воды

Закисление водоемов

Кислотное выщелачивание алюминия

Закисление почвы

Кислотные росы

Автотранспорт

Электростанции

Промышленные предприятия

Воздействие на природные и антропогенные экосистемы и человека

## Динамика выбросов двуокиси серы 1990г.

№ п/п	Страна	Выбросы, тыс. т. в год
1.	Норвегия	48
2.	Швеция	189
3.	Финляндия	185
4.	СССР (европейская часть)	5900
5.	ФРГ	1375
6.	ГДР	2000
7.	Дания	185
8.	Великобритания	1845
9.	Франция	1088

Так, Норвегия, выбрасывая в атмосферу двуокиси серы меньше других стран, более других страдает от Таблица кислотных осадков. В Швеции и Норвегии рыба погибла в 65 озёрах и 7 реках. Ущерб не ограничивается гибелью водных обитателей. По пищевой цепи гибнут птицы и животные. Выбросы попадают в Норвегию, которая вытянута вдоль направления миграции загрязнений атмосферы.

## **Негативное воздействие кислотных осадков:**

*Влияние pH на различные организмы.* Лишь немногие организмы выживают при ниже 4,5, а нарушение в экосистеме наступает даже при вымирании нескольких видов.

*Подкисление озер и рек* серьёзно влияет на сухопутных животных, так как многие птицы и звери входят в состав пищевых цепей, начинающихся в водных экосистемах. Закисление озера опасно не только для рыб, но и происходит постепенная гибель планктона, водорослей. Озёра становятся практически безжизненными.

*Деградация лесов.* Замедление роста и гибель некоторых видов деревьев.

Кислотные осадки вымывают биогены из почвы. Частицы гумуса и глины обычно заряжены отрицательно и удерживают такие положительные биогенные ионы как K, NH<sub>4</sub>, Ca. Просачивающаяся кислота уносит биогенные ионы, так как их вытесняет H<sup>+</sup>.

*Влияние на людей и изделия.* Известняк и мрамор – материал для оформления фасадов зданий и сооружения памятников. Памятники и здания простоявшие сотни и даже тысячи лет сейчас растворяются и рассыпаются.



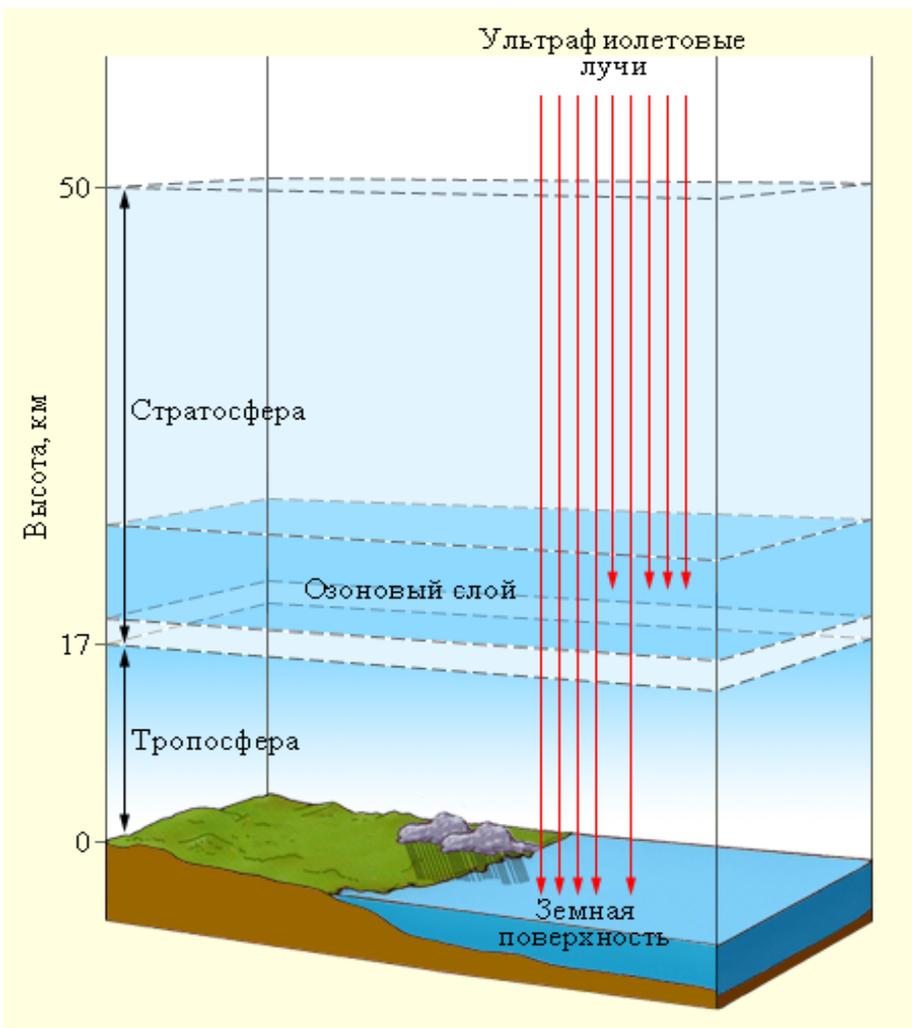


Кислотные осадки разрушают хлорофилл в листьях растений. Листья темнеют, краснеет хвоя.

К кислотным осадкам очень чувствительны злаки, фасоль, свёкла, редис, помидоры.

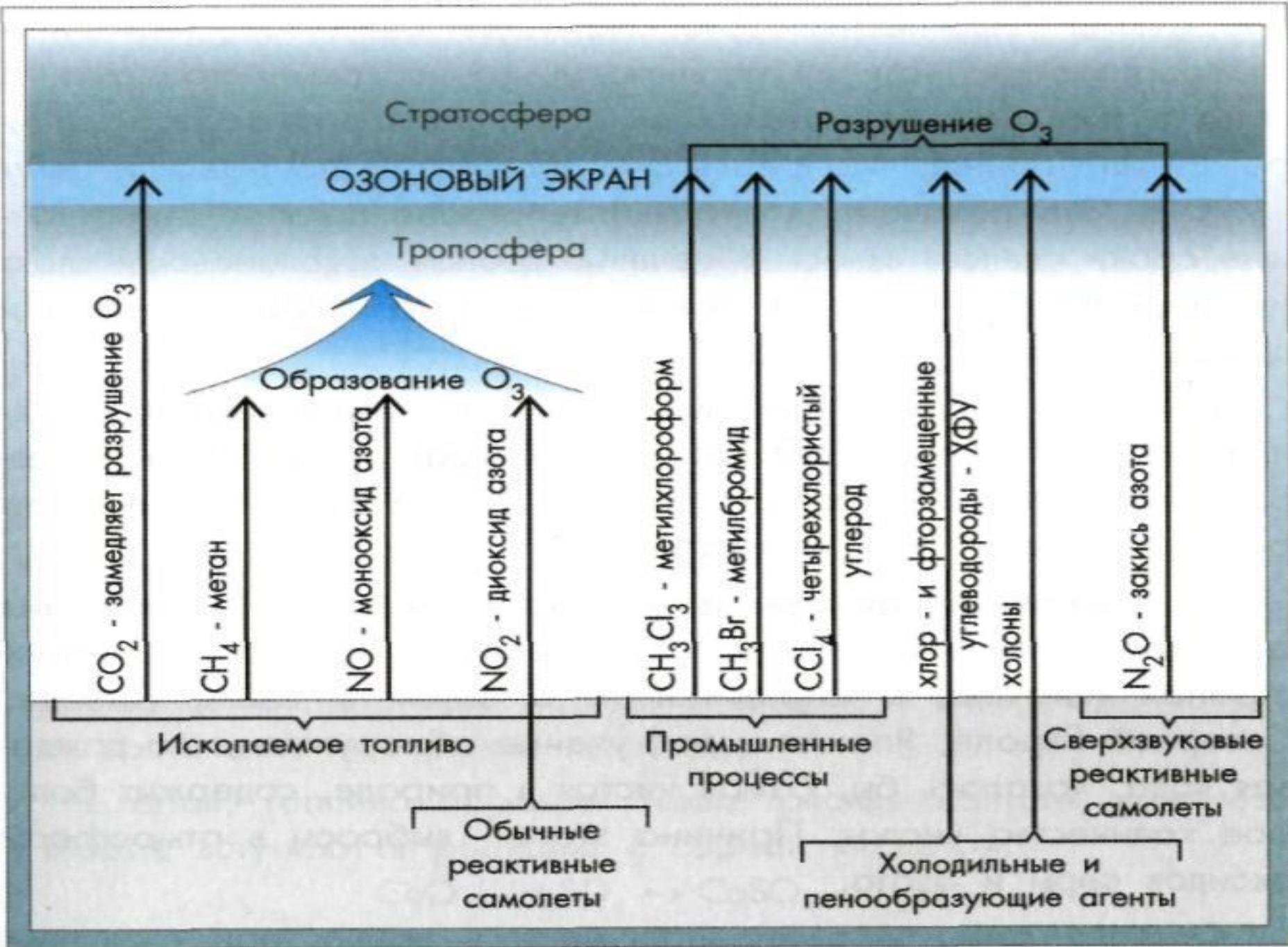
Происходит закисление почв и подземных вод, что делает непригодной для употребления колодезную воду.

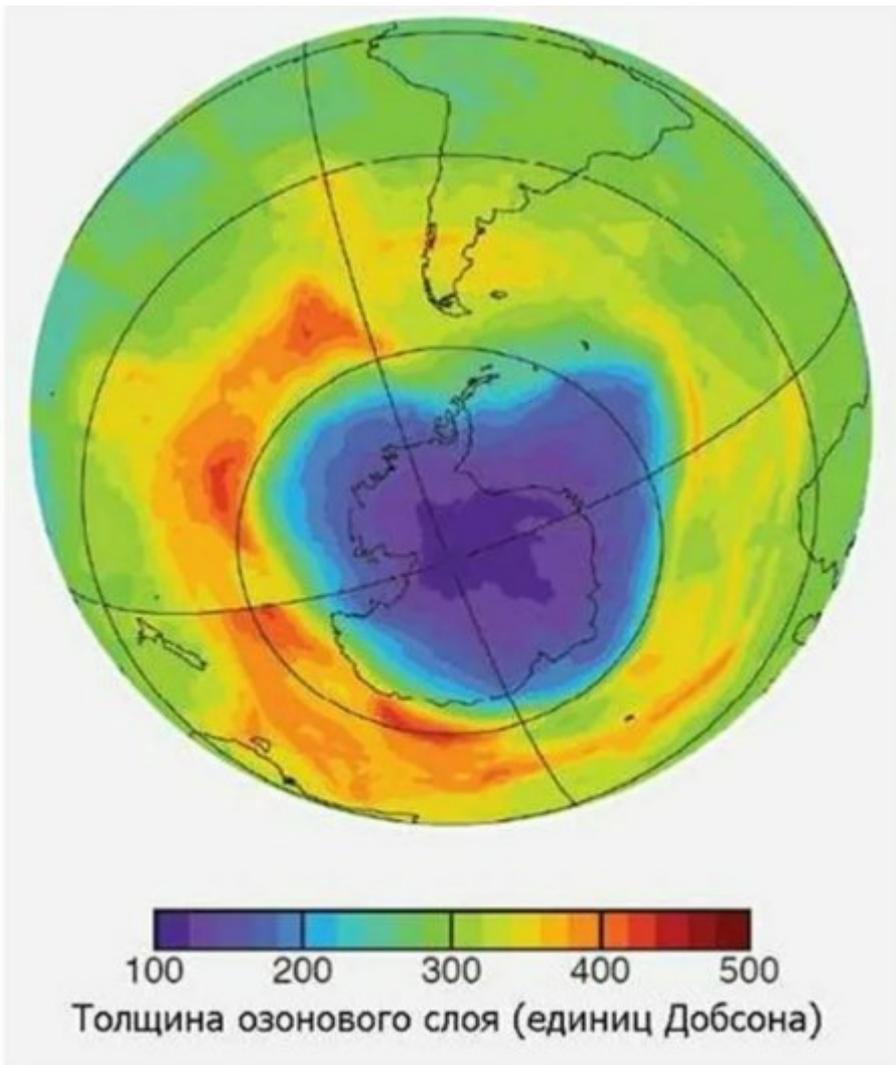
Диоксид серы и другие её соединения раздражают слизистую оболочку глаз и дыхательные пути. Продолжительное действие малых концентраций  $\text{SO}_2$  ведёт к возникновению хронического гастрита, бронхита, ларингита, рака лёгких



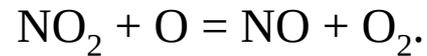
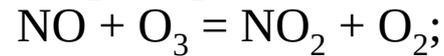
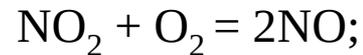
**Нарушение озонового слоя.** Мы защищены от агрессивного воздействия ультрафиолетового излучения, так как большая его часть поглощается слоем озона в стратосфере на высоте около 25 км от поверхности земли. Этот слой обычно называют озоновым экраном. Некоторые антропогенные загрязняющие вещества его разрушают.

**Особую опасность представляют галогенизированные углеводороды – дихлорметан и трихлорметан - газы которые используют как хладагенты (фреоны)а также пропилены в многочисленных аэрозольных баллонах для дезодорантов, пестицидов и т.д. Среднее время жизни этих газов составляет около 100 лет.**





Фреоны в присутствии NO и Cl разрушают озон, при этом оба газа сохраняются:

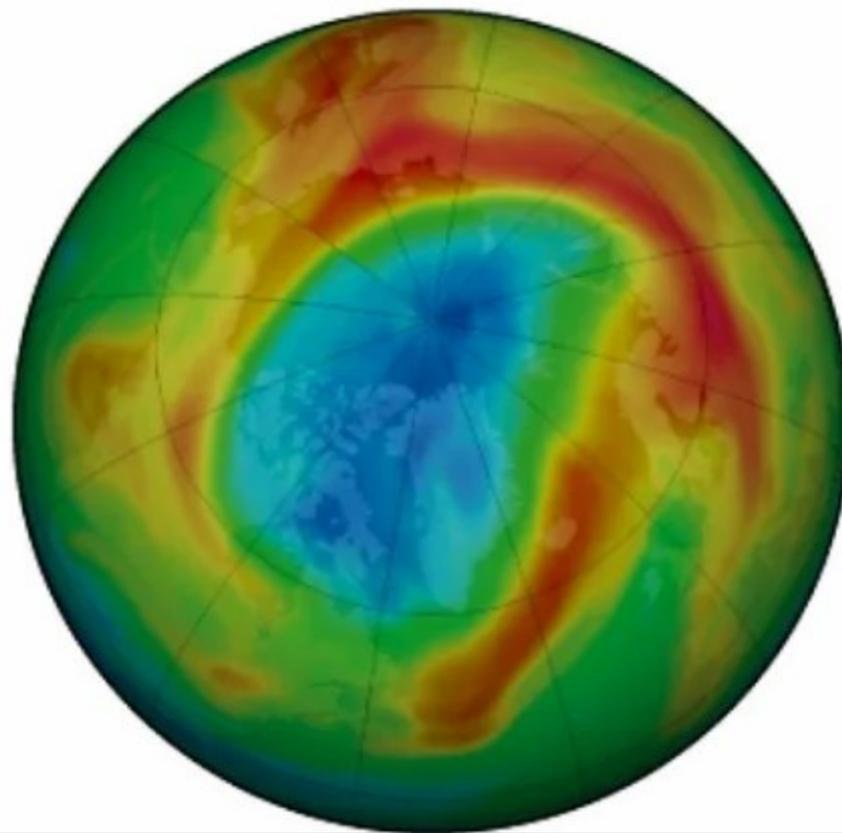
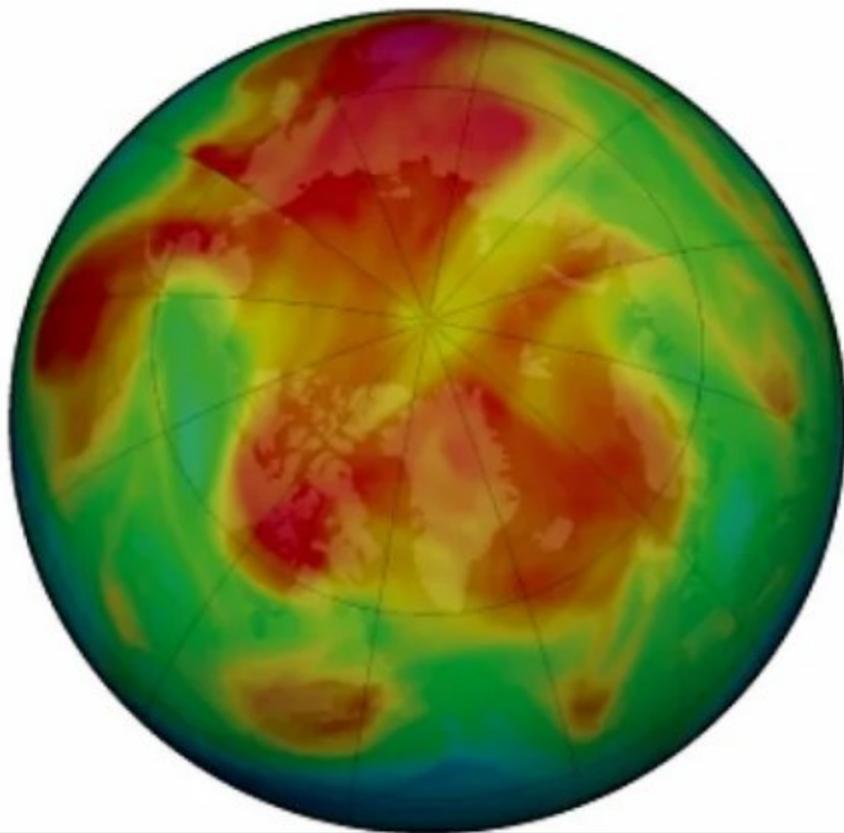


**Убывание концентрации  $\text{O}_3$  приводит к возрастанию проникающего ультрафиолетового излучения на поверхность Земли.**

Если нынешние выбросы ХФУ в атмосферу сохранятся, можно ожидать лишь расширения и углубления озоновых дыр (Особенно быстро процесс разрушения озонового слоя происходит над полюсами планеты, где появились так называемые **озоновые дыры**) над **полюсами** – а это повлечет за собой разрежение озонового слоя над всей планетой.

**23 March 2019**

**23 March 2020**



---

В 1985 г. была принята Венская конвенция по охране озонового слоя, в 1987 г. - Монреальский протокол к конвенции по веществам, разрушающим озоновый слой. Предусмотрено поэтапное сокращение производства и потребления хлорфторуглеродов.

Своевременное промышленное производство загрязняет атмосферу не только газообразными и твердыми примесями, но и **тепловыми выбросами, электромагнитными полями, шумом и другими физическими факторами.**

В городах наиболее распространённым видом физического воздействия на атмосферу является **шум** (транспортные средства, оборудование, установки вентиляционные и т. Д.) Величину звуковых давлений измеряют и нормируют в децибелах. Уровень шума 20-30 дБ практически безвреден, является естественным шумовым фоном.

Уровень **электромагнитных** полей созданных человеком и загрязняющих атмосферу в сотни раз превышает уровень естественных электромагнитных диапазонов.

Основной физической характеристикой примесей атмосферы является концентрация ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ).

Концентрация примесей определяет физическое, химическое и другие виды воздействия вещества на окружающую среду и является основным параметром при нормировании атмосферных загрязнений.

Нормативы содержания загрязняющих веществ в воздухе представляют собой **предельно допустимые концентрации** (ПДК).

**ПДК** - это концентрация вредного вещества в окружающей среде, которая при постоянном контакте или при воздействии в определённый промежуток времени практически не оказывает влияния на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

С позиций экологии ПДК вредных веществ имеют смысл верхнего предела устойчивости организма, при превышении которого то или иное вещество (т.е. фактор) становится лимитирующим.

Наиболее характерными воздействиями вредных веществ на организм являются **токсические и рефлекторные** воздействия.

Это обстоятельство вызвало необходимость установления для загрязняющих веществ **двух видов ПДК: максимальную разовую и среднесуточную.**

**Максимальная разовая величина ПДК** не должна допускать рефлекторных реакций человека (насморк, ощущение запаха и т.п.).

**Среднесуточная ПДК** не должна допускать токсичного, канцерогенного, мутагенного воздействия.

При проектировании предприятий в районах, где атмосферный воздух уже загрязнён выбросами от других действующих предприятий, необходимо нормировать их выбросы с учётом уже присутствующих в воздухе примесей (фоновой концентрации).

Если имеется несколько источников выбросов, требование к качеству воздуха населённого пункта выглядит следующим образом:

$$\sum_{i=1}^N C_{\max i} \leq \text{ПДК} - C_{\phi},$$

где  $C_{\max i}$  - наибольшая концентрация вредного вещества в воздухе населённого пункта от  $i$ -го источника;  $C_{\phi}$  - значение фоновой концентрации;  $N$  - число источников, от которых данное вещество поступает в воздух.

При наличии выбросов нескольких веществ, обладающих эффектом суммации, условия санитарных норм будут выполнены, если

$$\sum_{i=1}^K \frac{C_i}{(\text{ПДК}_i - C_{\phi_i})} \leq 1.$$

Для регулирования выбросов вредных веществ в атмосферу используются индивидуальные для каждого вещества и предприятия нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ), которые учитывают количество источников, их высоту, распределение выбросов во времени и пространстве и другие факторы.

**Предельно допустимые выбросы** - предельное количество вредного вещества, разрешаемое к выбросу от данного источника, которое не создаёт приземную концентрацию, опасную для людей, животного и растительного мира.

**ПДВ** - расчётная величина, определяемая по формулам и с помощью специальных программ на ЭВМ.

**Каждое предприятие должно иметь согласованный с местным органом охраны природы перечень ПДВ.**

Существует ряд мероприятий, направленных одновременно на уменьшение загрязнения внутренней и наружной среды.

## **I. Уменьшение загрязнения внутренней производственной среды.**

Может достигаться:

- заменой токсичных веществ, обращающихся в технологическом процессе, нетоксичными или малотоксичными, т.е. совершенствованием технологического процесса;
- использованием выбросов для других процессов и производств, т.е. созданием малоотходных технологий;
- герметизацией аппаратуры и коммуникаций, проведением технологических процессов в вакууме.

*При невозможности герметизации в местах выделения вредных веществ устраивают вентиляционные укрытия и отсосы.*

- гидроподавлением - разбрызгиванием на источник пыли воды;
- проведением технологических процессов с выделением особо токсичных веществ в изолированных помещениях с применением роботов и манипуляторов.

## II. Очистка технологических и вентиляционных выбросов

### 1. Улавливание взвешенных частиц

Для улавливания взвешенных частиц применяются **сухие и мокрые пылеуловители**.

В основе работы **сухих** аппаратов лежат гравитационные, инерционные, центробежные или фильтрационные механизмы осаждения.

В основе работы **электрофильтров** - сообщение взвешенным частицам электрического заряда и их осаждение на электроде.

В **мокрых** пылеуловителях используется контакт запылённых газов с жидкостью.

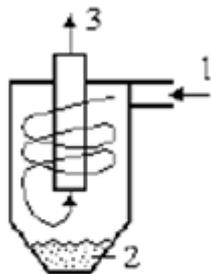


Рис. 6.1. Схема циклона  
1 - загрязненный поток;  
2 - уловленная взвесь;  
3 - очищенный воздух.

Газопылевая смесь подводится к корпусу циклона тангенциально, поэтому частички пыли, вращаясь около внутренней поверхности корпуса, осаждаются под действием центробежных сил и удаляются снизу, а очищенный газ через расположенную в центре трубу уходит в атмосферу. Для повышения эффективности пылеулавливания применяют гидроциклоны, в которых внутренняя поверхность корпуса смачивается водой.

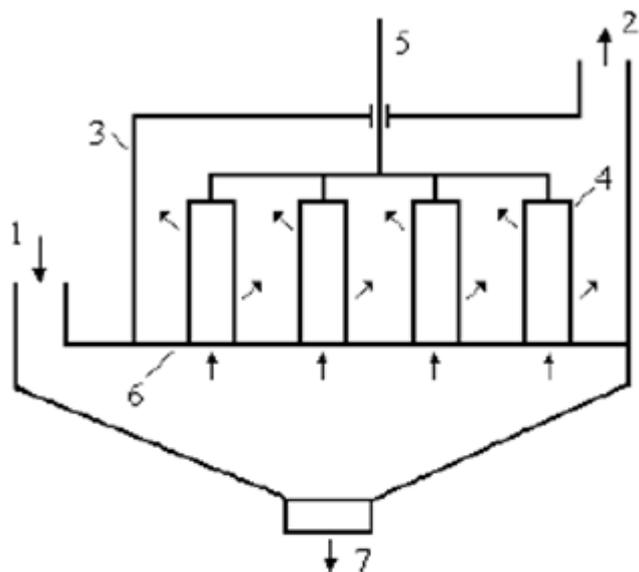


Рис. 6.2. Рукавный фильтр

- 1 - загрязненный газ;
- 2 - очищенный газ;
- 3 - корпус;
- 4 - рукава;
- 5 - встряхивающее устройство;
- 6 - распределительная решетка;
- 7 - пыль.

Распространёнными пылеуловителями являются матерчатые рукавные фильтры, где пыль задерживается на ворсистом материале. Корпус фильтра представляет собой металлический шкаф, разделённый вертикальными перегородками на секции, в каждой из которых размещена группа фильтрующих рукавов. Верхние концы рукавов заглушены и подвешены к раме, соединённой со встряхивающим механизмом, внизу имеется бункер для пыли.

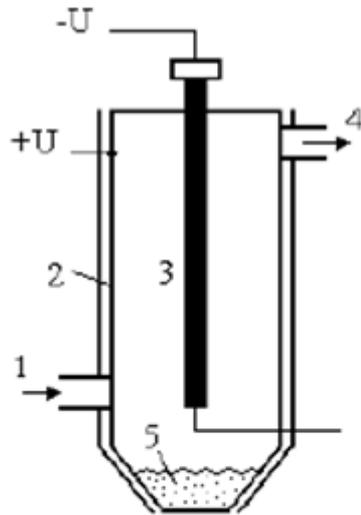


Рис. 6. 3. Схема электрофилтра  
 1 - загрязненный поток;  
 2 - осадительный электрод;  
 3 - коронирующий электрод;  
 4 - очищенный поток;  
 5 - взвесь.

Более эффективными аппаратами для улавливания пыли являются электрофилтры, устанавливаемые, например, в котельных теплоэлектростанций для улавливания сажи и золы.

Принцип простейшего электрофилтра. Под действием соответствующей разности потенциалов между электродами 2 и 3 создается коронный разряд, поставляющий в междуэлектродное пространство электроны. Очищаемый поток газов проходит через пространство между электродами, где частицы пыли заряжаются (посредством "прилипания" к ним электронов), и основная их масса оседает на осадительном электроде.

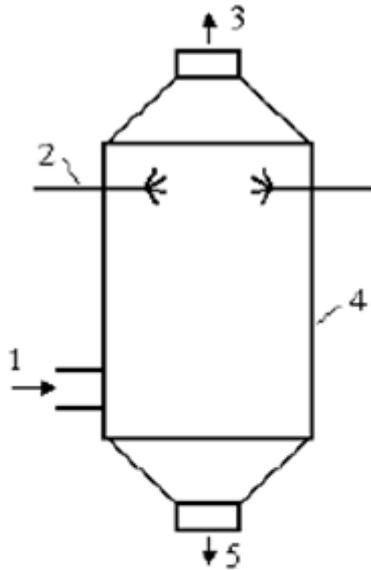


Рис. 6.4. Схема скруббера

- 1 - запыленный газ;
- 2 - форсунки;
- 3 - очищенный газ;
- 4 - корпус;
- 5 - шлам.

Большое распространение для очистки воздуха от взвешенных частиц получили мокрые пылеуловители: **ротоклоны, барботеры, скрубберы**. На рисунке представлена схема полого форсуночного скруббера. Он представляет собой колонну круглого или прямоугольного сечения, в которой осуществляется контакт между газом и каплями жидкости.

В большом числе случаев очистке газов от взвешенных частиц предшествуют **подготовительные мероприятия**, которые обеспечивают возможность применения аппаратов с меньшей удельной стоимостью очистки и, в целом, повышают эффективность газоочистки: **охлаждение запыленных газов, укрупнение частиц путем коагуляции, предварительная очистка в простых аппаратах, увлажнение запыленных газов, подогрев газов для исключения конденсации паров воды и кислот, введение в газовый поток специальных добавок (аммиак, сернистый ангидрид), повышающих эффективность пылеулавливания в электрофильтрах.**

## 2. Очистка от газообразных примесей

### Методы адсорбции и абсорбции

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от газообразных примесей применяются **адсорберы и абсорберы**.

Главный элемент **адсорбера** - слой адсорбента, адсорбент состоит из частиц (гранул) вещества (например: активированный уголь) размером до нескольких миллиметров. За счет свободных связей атомов адсорбента на поверхности гранул молекулы газовой примеси (адсорбтива) ассоциируются с поверхностными атомами адсорбента и остаются (поглощаются) в адсорбере (физическая адсорбция). В случае химического взаимодействия между адсорбентом и адсорбтивом имеет место химическая адсорбция, или **хемосорбция**. Наибольшее значение для очистки газов имеет **физическая адсорбция**

Важнейшая характеристика адсорбента - его **адсорбционная емкость**, выражаемая, например, в граммах поглощенного вещества на килограмм адсорбента, г/кг, или моль на грамм, моль/г, сантиметр кубический на грамм, см<sup>3</sup>/г, и др.

**Ёмкость возрастает с увеличением поверхности гранул и давления в системе.** Увеличение поверхности от 500 до 1000 м/г и более достигается увеличением пористости гранулы.

Разработаны методы производства адсорбентов, при которых изменением параметров обработки исходного материала получают адсорбенты с заранее заданными адсорбционными ёмкостью и селективностью.

Селективность - избирательная способность поглощать определенную примесь (определенный класс примесей).

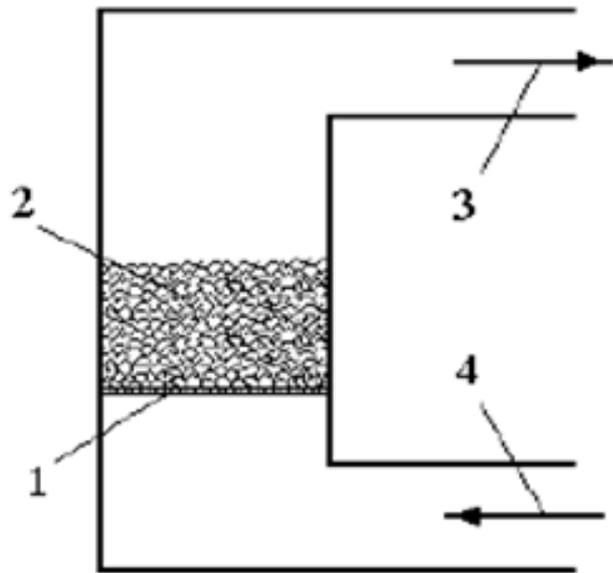


Рис. 6.5. Схема адсорбера  
 1 - сетка; 2 - адсорбент;  
 3 - очищенный поток;  
 4 - загрязненный поток

Существуют адсорберы с неподвижным слоем адсорбента и с так называемым «кипящим» (псевдооживленным) слоем, где адсорбент поддерживается во взвешенном состоянии.

В условиях повышенных температур и пониженного давления молекулы примеси десорбируются из адсорбента, адсорбент восстанавливает свои свойства, т.е. регенерируется, и поэтому может быть использован многократно.

**Абсорбционная газоочистка** основана на способности жидкостей растворять газы или химически взаимодействовать с ними, поэтому различают **физическую и химическую абсорбцию (хемосорбцию)**.

В первом случае абсорбция происходит, если парциальное давление абсорбируемой примеси в газе больше равновесного парциального давления над жидкостью (раствором). Для многократного использования жидкость подвергают регенерации, т.е. из нее извлекают абсорбированную примесь.

При хемосорбции возможны два варианта: протекание либо **обратимой, либо необратимой** реакций.

**Регенерацию поглотительных** растворов при обратимых реакциях осуществляют так же, как при физической абсорбции, например, увеличением температуры. При необратимых реакциях - химическими методами.

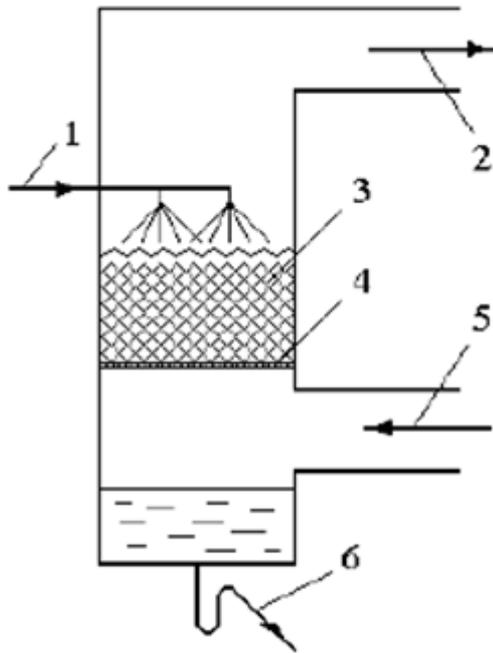
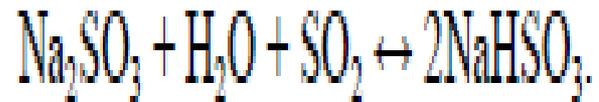


Рис. 6.6. Схема абсорбера  
1 - абсорбент; 2 - очищенный поток;  
3 - насадка; 4 - сетка; 5 - загрязненный  
поток; 6 - сброс на регенерацию  
абсорбента

Пример использования **физической абсорбции** - очистка отходящих газов водой от диоксида серы, аммиака, оксида и диоксида азота, смеси диоксида серы и оксидов азота, ксилола, толуола, хлороводорода, фтора, фторводорода.

Примером **обратимой хемосорбции** является один из вариантов очистки отходящих газов от диоксида серы хемосорбентами на основе натрия. Очищаемый газ орошается водным раствором сульфита натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , при температуре  $40\text{ }^\circ\text{C}$ . Присутствующий в очищаемом газе диоксид серы  $\text{SO}_2$  взаимодействует с раствором по реакции:



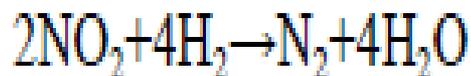
После этого «отработанный» абсорбент, в котором часть  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  трансформировалась в бисульфит натрия  $\text{NaHSO}_3$ , направляется в аппарат регенерации абсорбента - испаритель-кристаллизатор. Здесь при температуре  $110\text{ }^\circ\text{C}$  протекает обратная реакция, и бисульфит натрия разлагается на исходные компоненты. Сульфит натрия возвращается в процесс, а смесь  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{SO}_2$  - сернистая кислота, товарный продукт.

## Каталитическая очистка газов

При очистке больших объемов отходящих газов со сравнительно малыми концентрациями вредных примесей широко используется каталитическая очистка, основанная на гетерогенном катализе.

Процесс протекает на поверхности твердых тел - катализаторов. Роль катализаторов с энергетической точки зрения заключается в снижении энергии активации химической реакции, ведущей к обезвреживанию примеси в очищаемом отходящем газе. Снижение энергии активации приводит к возрастанию скорости химической реакции, что в конечном итоге приводит к значимому увеличению степени обезвреживания примесей или уменьшению энергетических издержек очистки.

Так, при высокотемпературном каталитическом восстановлении оксидов азота на катализаторах из металлов платиновой группы (палладий, платина, рутений, родий), при использовании в качестве восстановителей метана, оксида углерода, водорода и др. остаточные содержания  $\text{NO}_x$  достигают значений 0,0005...0,05 % объемных. Примеры химических реакций каталитического восстановления оксидов азота:



Каталитические методы являются наиболее перспективными в области очистки отходящих газов.

Катализатор представляет собой смесь нескольких веществ (контактная масса) каталитически активного вещества (*КАВ*), *активатора и носителя*.

**В качестве КАВ** используются чистые металлы (платина, палладий, рутений, родий), оксиды металлов, сплавы, содержащие никель, хром, медь, цинк, ванадий.

**Активаторы** - вещества, способные усиливать действие КАВ в сотни и тысячи раз. Подбор активаторов осуществляется эмпирическим путем.

**Носители** - основание, на которое наносится КАВ, чаще всего это металлы и оксиды металлов, а так же инертные пористые вещества, обладающие развитой поверхностью: силикагели, цеолиты, алюмосиликаты.

В качестве контактной массы чаще всего используют:

1. Активный металлический катализатор на металлическом носителе, например, платина вместе с активатором наносится на стружку из никелевого сплава.

2. Активный металлический катализатор на носителе из оксида металла. Например, платина на обожженном  $\alpha$ -оксиде алюминия, носитель изготавливается в виде цилиндрических гранул, расположенных рядами.

3. Активный катализатор - оксид металла на оксиде металла, например,  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  с высокой удельной поверхностью, нанесенный на  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . К этому классу относятся катализаторы, состоящие из одного активного материала, такие катализаторы называют «безподложечными», например, смесь оксидов меди и марганца.

Катализаторы изготавливают в виде сеток, гофрированной ленты, керамических блоков, таблеток, шариков, колец и др.

В настоящее время для удаления диоксида серы из дымовых газов, очистки выбросов от оксида углерода, органических веществ используется **каталитическое окисление**, а **каталитическое восстановление** - для обезвреживания газов от окислов азота.

## Термическое обезвреживание газов

Оно используется в отношении и газовых и дисперсных горючих примесей в отходящих газах. Процесс сводится к нагреву смеси до температуры 800-1000 °С и смешиванию горючих компонентов с окислителем.

При описании процесса сжигания (термического окисления) примесей может быть использовано эмпирическое уравнение

$$\ln \frac{1}{1-\varphi} = At^2(T_z - T_g),$$

где  $\varphi$  - степень обезвреживания газа;  $t$  - длительность процесса;  $A$  - коэффициент, зависящий от аэродинамических условий горения;  $T_z$  и  $T_g$  - температуры в зоне горения и воспламенения обезвреживаемой примеси.

При неизменной величине  $T$ , степень обезвреживания  $\varphi$  может быть увеличена за счет увеличения времени  $t$  протекания процесса и степени турбулизации газа, учитываемой коэффициентом  $A$ . при фиксированных  $A$  и  $t$  увеличение степени обезвреживания можно достигнуть путем повышения величины  $T_z$ .

Применяют **два метода** термического обезвреживания: **в печах (топках) и факельных устройствах.**

Первый метод используется если обезвреживаемых горючих примесей в газах недостаточно для горения. В этом случае к потоку отходящих газов добавляют топливо или поток нагревается до температуры воспламенения.

На факельных установках обычно сжигают попутные газы, метан, пропан и другие углеводороды.

Используются три типа факелов:

- факелы, в которых сжигаемый газ и воздух предварительно смешиваются вне зоны горения;
- факелы, в которых кислород соединяется с жигаемым газом в момент горения;
- комбинированные факелы, в которых часть кислорода предварительно смешивается с горючим газом, а недостающий кислород поступает из окружающей среды.

Сбрасываемые газы направляются в факельную трубу, на выходе которой располагаются запальная и дежурная горелки, запитываемые «штатным» топливом.

В случае сжигания попутных газов зажигание запальной горелки вызывает зажигание дежурной горелки и поджиг собственно факела - пламени горения сбрасываемого газа. После этого запальная горелка может быть погашена.

Кислород для горения факела при этом поступает из окружающей среды, дежурная горелка подстраховывает горение факела, например, на случай кратковременного прекращения подачи газа в факельную трубу.

При факельном сжигании примесей в выбросах, последние могут быть обогащены газовым топливом, после чего факел организуется одним из трех указанных методов.

## **Мероприятия по уменьшению загрязнения атмосферы от теплогенерирующих установок:**

1. Сжигание угля с известняком  $-\text{SO}_2 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2$  ;
2. Барботирование через известковое молочко (гашёную известь)  $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;
3. Облагораживание топлива: обогащение угля, обработка нефти методом каталитической гидрогенизации с целью извлечения серы;
4. Применение мазута с малым содержанием серы или газа;
5. Использование вторичных энергетических ресурсов: выбросного пара, горячих газов от котлов, печей, вентиляционных выбросов;
6. Ликвидация малых отопительных установок благодаря развитию централизованного теплоснабжения, что упрощает очистку дымовых газов.
7. Применение инженерных коммуникаций глубокого заложения;
8. Транспортировка углей в затаренном виде, с противопылевой обработкой поверхности.

## Уменьшение загрязнения от автотранспорта

Увеличение численности автомобильного транспорта ухудшает состояние воздушной среды в населённых пунктах, поэтому возникла необходимость разработки ряда мероприятий, уменьшающих загрязнение атмосферы выбросами автотранспорта.

1. применение электромобилей, работающих от подзаряжаемых на станциях батарей-аккумуляторов;
2. применение электромобилей гибридного типа с топливным и электроаккумуляторным двигателями: на топливном двигателе машины эксплуатируются за городом, при этом подзаряжается батарея-аккумулятор, на котором машина работает в городе;
3. улавливание из выхлопных газов дизельных автомобилей сажи с помощью механических и электрических сажеуловителей;
4. использование неэтилированного бензина;
5. использование автотранспорта на сжиженном (баллонном) газе;
6. введение ограничений на движение индивидуального автотранспорта и использование электротранспорта (троллейбусов);
7. улучшение состояния городских дорог, так как остановки, торможения, изменение скорости, дополнительное маневрирование увеличивают выделение в воздух вредных веществ.



## Рассеивание загрязнений достигается:

1. устройством высоких труб – при выбросе на большую высоту вредные вещества, достигая приземного пространства, рассеиваются, их концентрации снижаются до предельно допустимых;

2. использование факельных выбросов: через конические насадки на выхлопном отверстии загрязнённые газы выбрасываются вентилятором со скоростью 20-30 м/с;

3. устройство санитарно-защитных зон – территорий определённой протяжённости и ширины, располагающихся между предприятиями или источниками загрязнения и границами зон жилой застройки;

4. расположение предприятий с подветренной стороны по отношению к жилым массивам с учётом местной розы ветров.

## Использование зелёных насаждений

**Зелёные насаждения обогащают воздух кислородом, способствуют рассеиванию вредных веществ и поглощают их.**

По характеру защитного действия посадки разделяют на **изолирующие** и **фильтрующие**.

**Изолирующими** называют посадки плотной структуры, которые создают на пути загрязнённого воздушного потока механическую преграду. При нормальных метеоусловиях они снижают газо- и парообразные примеси (сернистый ангидрид, окись углерода, фенол) на 25-35 % вследствие рассеивания и отклонения загрязнённого воздушного потока, а также поглощающего действия зелёных насаждений.

**Фильтрующими** называют посадки, продуваемые и ажурные по структуре, выполняющие роль механического и биологического фильтра при прохождении загрязнённого воздуха сквозь зелёный массив. Эти посадки являются основными для санитарно-защитных зон, они занимают около 90 % всей озеленённой площади, под которую рекомендуется отводить 60-75 % общей площади санитарно-защитной зоны.

Ассортимент растений рекомендуется выбирать дифференцированно для каждой зоны территории в зависимости от степени загрязнения воздуха.

Тенденция использования при озеленении территорий жилой застройки, предприятий, санитарно-защитных зон таких растений, которые наиболее устойчивы к загрязняющим веществам: **устойчивость растений может создать иллюзию относительной чистоты воздуха, в то время как фактически он будет загрязнён.**

Наименее устойчивые древесно-кустарниковые породы могут служить индикаторами опасных уровней загрязнения атмосферы.

## **Меры по предотвращению загрязнений атмосферного воздуха**

**Экологизация технологических процессов** – в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных производств исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ.

**Ведется поиск более чистого топлива чем бензин**, ведутся работы по замене карбюраторного двигателя на более экологические типы, созданы электромобили.

**Очистка газовых выбросов от вредных примесей** - нынешний уровень экологизации технологических процессов еще недостаточен для полного предотвращения газовых выбросов в атмосферу, поэтому повсеместно используются различные методы очистки отходящих газов от аэрозолей (пыли) и токсичных газо и парообразных примесей. Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запылённости воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки:

- сухие пылеуловители (циклоны, пылеосадительные камеры);
- мокрые пылеуловители (скрубберы);
- фильтры, электрофильтры (каталитические, адсорбционные, абсорбционные) и др. методы.

**Рассеивание газовых примесей в атмосфере** – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. **Чем выше труба, тем больше её рассеивающий эффект.** Но применение высоких дымовых труб, хотя и помогает уменьшить локальное дымовое загрязнение – **не решает проблему загрязнения** (выпадают кислотные осадки) ни что не исчезает бесследно.

**Санитарно-защитные зоны** – это полоса отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон от 50 до 1000 м – зависит от класса производства, степени вредности, количества выделенных в атмосферу веществ.

Граждане чьё жилище оказалось в пределах СЗЗ - защищая свое конституционное право на благоприятную среду вправе требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счёт предприятия за пределы СЗЗ.

**Архитектурно-планировочные мероприятия** включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учётом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного хорошо продуваемого ветрами места.

В Законе РФ «Об охране окружающей среды» (2002) имеется статья 54, посвящена проблеме озонового слоя. Закон предусматривает меры по охране озонового слоя:

- организацию наблюдений за изменением озонового слоя под воздействием хозяйственной деятельности и иных процессов;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов веществ, вредно воздействующих на состояние озонового слоя;
- регулирование производства и использования химических веществ, разрушающих озоновый слой атмосферы.

## 2. Загрязнение гидросферы

Гидросфера – это совокупность всех вод Земли: материковых (глубинных, почвенных, поверхностных), океанических, атмосферных.

Гидросфера находится в тесной зависимости с литосферой (подземные воды), атмосферой (парообразная влага) и живым веществом – (в составе которого вода обязательный компонент.)

*Распределение водных масс в гидросфере Земли*

Части гидросферы	Объём ( в тыс.км <sup>3</sup> )	% от общего объема
Мировой океан	1370323	94,2
Подземные воды, всего	60000	4,12
в т.ч. активного водообмена	4000	0,27
Ледники	24000	1,65
Озера	230	0,016
Почвенная влага	75	0,005
Пары атмосферы	14	0,001
Речные воды	1,2	0,0001
Вся гидросфера	1454643,2	100

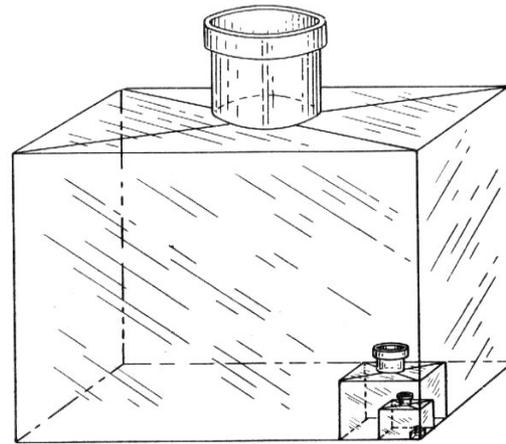
Запасы воды на Земле оцениваются в 1454 миллиона кубических километров. И не случайно Земля из космоса видится голубой –  $\frac{3}{4}$  поверхности нашей планеты покрыто водой.

Но 94 % земных водных богатств заключены в океанах и морях. Как известно, это соленые воды.

Около 2 % запасов воды связано льдами, 4 % составляют подземные воды.

На долю самых важных для удовлетворения различных нужд человеческого сообщества поверхностных речных вод приходится лишь 0,0002 %.

Подземные, в том числе и почвенные воды, составляют около 60 млн. куб. км. Но около 28 миллионов кубических километров этих вод залегает на глубине свыше 80 м (Эльпинер, 1985).



*Соотношение между **соленой** (большая бутылка) и **пресной** водой в гидросфере*

## **Роль воды в природе и жизни человека.**

Когда мы хотим подчеркнуть ценность чего-либо, мы обычно сравниваем с золотом (белым золотом – хлопок, зеленым – лес, черным – нефть, хлеб получают из золотого колоса, а с чем же сравнить ценность воды. Вода – бесценна.

Воде была дана волшебная власть стать соком жизни на Земле. (*Леонардо да Винчи*)

Вода – первооснова всего. (*Фалес Милетский.*)

Жизнь, в сущности, есть производное воды. (*Д.Бернал.*)

Вода! У тебя нет ни вкуса, ни цвета, ни запаха, тебя невозможно описать, тобой наслаждаются, не ведая, что ты такое. Нельзя сказать, что ты необходима для жизни: ты сама жизнь. Ты наполняешь нас радостью, которую не выразишь нашими чувствами. С тобой возвращаются к нам силы, с которыми мы уже простились. По твоей милости в нас вновь начинают бурлить высохшие родники нашего сердца. Ты самое большое богатство на свете. (*Антуан де Сент-Экзюпери.*)

Капля воды дороже алмаза. (*Д. Менделеев*)

«Дивен мир воды! Прекрасна сама вода, образ чистоты, символ жизни. Притяжение ее прозрачности неодолимо, - склонившись с борта лодки, самозабвенно читаешь книгу дна. Прозрачные мальки, прозрачная икра в воде – это как прозрачность в прозрачности: хрустальное сквозь стеклянное. Вода высветляет душу, углубляет ее». (*Ю. Линник*)

Озеро – самая выразительная и прекрасная часть пейзажа. Это – око земли, и, заглянув в него, мы измеряем глубину собственной души. Прибрежные деревья – ресницы, опушившие этот глаз, а лесные холмы и утесы вокруг него – это насупленные брови. (*Генри Торо*)

Река – это поистине вечно длящийся карнавал, и всякий месяц она может похвалиться новыми красками. (*Ралф Эмерсон*)

## Откуда появилась вода на Земле?

На этот вопрос нет однозначного ответа:

- от вулканических извержений
- космический источник – из метеоритов содержащих воду,
- из потока водородных ядер – протонов, посылаемых Солнцем – и сейчас за счёт протонов образуется полторы тысячи тон воды ежегодно.

Формула воды  $H_2O$ , проста по структуре – по свойствам уникальное вещество.

Вода это вещество – физические характеристики которого имеют наибольшее количество аномалий:

При нагревании от 0 до 4 С объем воды не увеличивается а уменьшается, и максимальная плотность достигается не в точке замерзания (0 С), а при 4 С.

При замерзании вода расширяется, а не сжимается, как все другие тела, плотность ее уменьшается.

Температура замерзания воды с увеличением давления понижается, а не повышается.

Вода обладает чрезвычайно высокой удельной теплоемкостью по сравнению с удельной теплоемкостью других веществ.

Вода обладает большей растворяющей способностью по сравнению с другими жидкостями

У воды самое большое поверхностное натяжение из всех жидкостей.

Вода может находиться в жидком, твердом и газообразном состоянии.

В определенное время года жидкая вода может замерзнуть и покрыться льдом. При замерзании при 0°C вода превращается в лед, при этом происходит расширение объема на 10%. Замерзание идет сверху вниз, лед легче воды и плавает на поверхности – эта особенность имеет большое значение для гидробионтов. Если бы лед был тяжелее воды, водоемы бы промерзли до дна и жизнь в них замирала.

В природе происходит круговорот воды, при котором происходит ее самоочищение – в год это  $483000\text{км}^3/\text{год}$ .



Процессы самоочищения зависят от температуры воды, состава примесей, **концентрации кислорода**, рН воды, концентрации вредных примесей, препятствующих или затрудняющих протекание процессов самоочищения водоёмов.

## Значение воды:

- Присутствующий в атмосфере водяной пар играет роль фильтра для солнечной радиации.
- Смягчает действие экстремальных температур.
- Формирует климат на поверхности Земли.
- Без воды фотосинтез не может происходить. Вода – источник кислорода, выделяемый в атмосферу при фотосинтезе.
- Необходима, для биохимических и биофизических процессов. Ни один жизненный процесс не совершается без её участия.
- Вода составляет 89-90% массы растений и 75% массы животных. В составе человека в среднем 65-70% (в зависимости от возраста). При утрате 6-8% влаги от массы тела человек впадает в полубрачное состояние, при потере 12% наступает смерть. В среднем человеку нужно 2,5 литра воды в сутки, но при определенных условиях (жаркий климат при низкой влажности) потребность увеличивается до 6 литров и более. Человек может прожить без пищи 5-6 недель, а без воды – 5 дней.
- Для огромного количества организмов вода является средой их жизни и ареной эволюции.
- С водой связано возникновение и развитие древних цивилизаций на земле. Примером этого может служить образование в 4 тысячелетии до нашей эры древнейших в мире государств: в долине Нила – Египта, а в дельте Евфрата и Тигра – государства шумеров. Несколько позже возникли государства в долинах Инда в Индии и реки Хуанхэ в Китае. Здесь люди первыми перешли от охоты и собирательства к земледелию и скотоводству: способствовали этому плодородные земли и вода.

**Использование водных ресурсов.** «За период с 1900 по 2000 год потребление пресной воды в мире увеличилось в шесть раз, что более чем в два раза превышает темпы прироста населения. Уже сейчас почти одна треть мирового населения проживает в странах, испытывающих так называемый «водный дефицит». Если нынешние тенденции сохранятся, то к 2035 году в условиях дефицита воды будут проживать каждые два из трех жителей Земли.

**Проблема недостатка пресной воды возникла по следующим причинам:**

- Интенсивное увеличение потребностей в воде из-за быстрых темпов роста народонаселения и развитием отраслей деятельности требующих огромных затрат водных ресурсов.
- Потери пресной воды из-за сокращения водоносности рек
- **Загрязнение водоемов** промышленными и бытовыми стоками.

Полное водопотребление и **безвозвратные потери**, в км<sup>3</sup> /год по видам хозяйственной деятельности на территории бывшего СССР, 1988)

Водопотребитель	1900г.	1970г.	2000г.
Сельское хозяйство	41,6	130,5	250,5
	26,4(63,5%)	60,2(46,1%)	205,2(81,9%)
Промышленность	1	70	130
	0,1 (10%)	5(7.1%)	34 (26,15%)
Коммунальное хозяйство	1,6	9,7	34
	0,6 (37,5%)	2 (20,6%)	7 (20,5%)
Водохранилища	0	14,6	23,4
	0	14,6 (100%)	23,4 (100%)
Общее (округлено)	44	225	440
	28 (63,6%)	107 (47,5%)	270 (61,4%)

«...Производство в основных отраслях промышленности затрачивает огромное количество пресной воды. Так, **для переработки 1 т нефти** необходимо затратить около **60 т воды**, для изготовления 1 т условной тканевой продукции – 1100 т, синтетического волокна – до 5000 т воды. На производство 1 тонны стали расходуется 250т, меди – 500 тонн, целлюлозы -1500 тон. Крупным водопотребителем является сельское хозяйство - для выращивания и получения **1 т зерна пшеницы** затрачивается **1,5 т**, а для **риса – около 20 т воды**. Вода превращается в самое драгоценное сырье, заменить которое невозможно.

Рост потребления пресной воды населением на планете определяется в 0,5 – 2 % в год. В начале третьего тысячелетия общий водозабор на планете ожидается в объеме 12-24 тыс. км<sup>3</sup>.

Потребление воды увеличивается в связи с ростом благосостояния, это видно на следующем примере. **Потребление воды одним городским жителем южных районов России составляет: в доме без канализации – 75, в доме с канализацией – 120, с газовым водонагревателем – 210 и со всеми удобствами 275 л/сутки.** Для города в средней полосе России норма потребления воды согласно «Нормам хозяйственно-питьевого потребления для населенных пунктов (СниП – 11.31-74) составляет: в домах без ванны- 125-160, с ваннами и нагревателями – 160-230 и при централизованном горячем водоснабжении – 250-350 л/сутки».

Распределение расходов воды:

На промышленные нужды 40%

- Сельское хозяйство 24%
- Бытовые расходы -17 %
- Прочие расходы -19%

Грунтовые воды обеспечивают водой одну треть мирового населения. Нерациональные, но в основном остающиеся без внимания методы эксплуатации этих водных ресурсов вызывают особую озабоченность.

Отбор грунтовых вод в количествах, превышающих способность природы возобновлять их объем, широко распространен в районах Аравийского полуострова, в Индии, Китае, Мексике, в республиках бывшего Советского Союза и Соединенных штатах Америки.

В некоторых случаях уровень грунтовых вод падает на 1-3 метра в год. В мире, где 30-40 процентов всего продовольствия находится на орошаемых землях, этот вопрос имеет исключительно важное значение для обеспечения продовольственной безопасности.

## **Источники загрязнения воды.**

Проблема с пресной водой заключается не только в ее дефиците, но и в том, что попадание в воду удобрений и вредных химических веществ ставит под угрозу ее качество, а также создает опасность для здоровья населения. Более одной пятой всех запасов пресноводной рыбы может оказаться или уже находится под угрозой исчезновения в результате загрязнения или видоизменения среды их обитания.

Согласно подсчетам, **причиной 80% всех заболеваний в развивающихся странах служат отсутствие безопасной воды и плохие санитарно-гигиенические условия.**

Каждый год по этой причине умирает более 5 миллионов человек – в 10 раз больше, чем в среднем количество людей, ежегодно погибающих в войнах.

Более половины таких жертв – дети.

**«Ничто не внесет такой большой вклад в сокращение заболеваемости и спасение жизни людей в развивающихся странах, как обеспечение всего населения безопасной водой и надлежащими санитарно-гигиеническими условиями».**

## Источники загрязнения воды:

Химические загрязнители	Биологические загрязнители	Физические загрязнители
Кислоты	Вирусы	Тепло
Щелочи	Бактерии	Органолептические
Соли	Водоросли	(цвет, запах)·
Нефть и нефтепродукты	Лигнины	Радиоактивные
Пестициды	Дрожжевые и	элементы
Диоксины	плесневые грибы	Взвешенные твердые
Тяжелые металлы	Другие болезнетворные	частицы
Фенолы	организмы	Шлам
Аммонийный и нитритный азот		Песок
СПАВ		Ил
		Глина

Согласно рекомендациям Всемирной организации здоровья (ВОЗ) **вода** в водоёме (водотоке) **считается загрязнённой, если в результате изменения её состава или состояния вода становится менее пригодной для любых видов водопользования, в то время как в природном состоянии она соответствовала предъявляемым требованиям.** Определение касается физических, химических и биологических свойств, а также наличия в воде посторонних жидких, газообразных, твёрдых и растворённых веществ.

В настоящее время все источники загрязнения гидросферы принято делить **на четыре** большие группы.

**1. Атмосферные воды.** Во-первых, они приносят в гидросферу массу загрязнителей промышленного происхождения. Так, атмосферные воды вымывают из воздуха оксиды серы и азота. При стекании по склонам атмосферные и талые воды увлекают с собой массы веществ с городских улиц, промышленных предприятий: мусор, нефтепродукты, кислоты, фенолы и др.

**2. Городские сточные воды,** включающие преимущественно бытовые стоки, содержащие фекалии, моющие средства (детергенты), микроорганизмы, в том числе патогенные.

**3. Промышленные сточные воды,** образующиеся в самых разнообразных отраслях промышленности, среди которых наиболее активно потребляют (и загрязняют) воду: чёрная металлургия, химическая, лесохимическая, нефтеперерабатывающая промышленность, энергетика и др. Внутри предприятий сточные воды подразделяются на: сильно загрязнённые стоки, слабо загрязнённые воды, условно чистые воды (охлаждающие воды), специфические чрезвычайно концентрированные стоки (например, кубовые остатки и маточные растворы), бытовые и хозяйственно-фекальные стоки, направляемые на биологическую очистку.

**4. Сельскохозяйственные стоки,** содержащие смытые в процессе эрозии частицы почвы, биогены, входящие в состав удобрений, пестициды (химические средства для защиты сельскохозяйственных растений и животных соответственно от сорняков, паразитов, насекомых), помёт сельскохозяйственных животных и ассоциированные с ним бактерии и др.

В настоящее время **нет единой классификации сточных вод**, узаконенной правилами или нормами.

В работах по очистке сточных вод приводят **несколько классификаций примесей**.

В качестве критериев используется размеры, физико-химический состав, растворимость и характер воздействия примесей на водоёмы.

По физико-химическому составу примеси в сточных водах делятся на **две группы**.

**Примеси первой группы** - примеси, образующие с водой стоков гетерогенные системы. Сюда входят, нерастворимые в воде примеси с величиной частиц 100 нм и более (т.е. взвешенные вещества), а также и коллоидно-дисперсные примеси с величиной коллоидных частиц от 1 до 100 нм - эти частицы участвуют в броуновском движении (способны к диффузии).

**Примеси второй группы** относятся к истинно растворенным примесям, представляющим собой отдельные ионы, молекулы или комплексы, состоящие из нескольких молекул. Частицы таких примесей имеют размеры менее 1 нм. Они не имеют поверхности раздела, поэтому вместе с водой они составляют гомогенную систему

По химическому характеру примеси разделяются на газовые, минеральные и органические.

### Классификация сточных вод по их действию на водоёмы

Группа	Характер примесей	Характер действия примесей на водоёмы и водные организмы	Источник сточных вод
1	Неорганические со специфическими токсическими свойствами	Изменение органо-лептических и физико-химических свойств воды; отравление водных организмов, жаберные заболевания рыб и т.д.	Производства химической промышленности, электрохимические производства, тепловые электрические станции и др.
2	Неорганические без специфических токсических свойств	Содержат взвешенные вещества	Производство керамической, силикатной промышленности, углеобогащительные фабрики, тепловые электрические станции и др..
3	Органические со специфическими свойствами	Отравляют водные организмы, ухудшают качество воды, создают дефицит кислорода	Химические и нефтехимические производства, тепловые электрические станции и др..
4	Органические без специфических токсических свойств	Создают дефицит кислорода	Пищевая промышленность, тепловые электрические станции и др.

Нарушение и даже разрушение биоценоза в водоёме возможно при значительном сбросе в него органических веществ, совершенно не относящихся к вредным веществам.

Также тяжёлые экологические последствия наступают в водоёме при сбросе в него других веществ, не относящихся к вредным или ядовитым – биогенов, то есть веществ, необходимых для существования живых организмов: соединения (соли) фосфора, азота, калия, кальция, серы, магния.

Биогены во всё увеличивающихся объёмах поступают в гидросферу из разных источников, особенно – из стоков сельского хозяйства и коммунальных стоков. Попадая в водоёмы и водостоки, которые в естественном состоянии олиготрофны, то есть, бедны биогенами, биогены вызывают бурный рост фитопланктона – множества видов водорослей, представляющих собой отдельные клетки, их скопления или «нити», которые держатся вблизи поверхности (на поверхности) воды, не связаны с дном и получают биогены из воды.

Вместе с частицами почвы, выносимыми в водоёмы из-за эрозии почв, фитопланктон препятствует прохождению солнечного света в толщу воды, вследствие чего **нарушаются процессы фотосинтеза водных растений**, погружённых в воду (бентоса) и укоренённых в дне водоёма. В результате резко уменьшается поступление кислорода, производимого бентосными растениями при фотосинтезе.

Кислород, выделяемый фитопланктоном при фотосинтезе, пересыщает верхний слой воды и улетучивается с её поверхности.

У фитопланктона короткий жизненный цикл, он быстро отмирает, что ведёт к накоплению большой массы отмершего фитопланктона – **детрита**.

Питаясь детритом, редуценты, в основном, **бактерии**, потребляют кислород, уменьшая его содержание в воде.

В результате бентосные растения вытесняются фитопланктоном, **рыбы, и другие обитатели водоёмов задыхаются и гибнут**.

**Эти процессы называются эвтрофикацией.**

Свою лепту в эвтрофикацию вносят и взвешенные частицы, попадающие в водоём в результате эрозии почв.

Бытовые и сельскохозяйственные стоки вызывают не только эвтрофикацию и обеднение воды кислородом, но и создают угрозу инфекционных заболеваний.

Действие **ядовитых (токсичных)** соединений на гидробионты проявляется в зависимости от их концентрации.

При больших концентрациях наступает гибель гидробионтов, при меньших – изменяются обмен веществ, темп развития, мутагенез, потеря способности к размножению и др.

Особенно чувствительны к вредным веществам гидробионты, находящиеся на начальных стадиях своего развития: икринки и т.п.

Так, при водородном показателе  $pH = 5,7$  и менее из икринок перестают выводиться молодь лососевых, форели, плотвы, хотя взрослые особи этих рыб могут существовать в подобных водах ещё длительное время.

Наиболее благоприятные (для гидробионтов) значения  $pH = 6,5 - 8,5$ .

Отдельные популяции, например, зоопланктон, чрезвычайно чувствительны к вредным веществам. Уже небольшие концентрации вредных веществ вызывают их гибель, и это влияет на биоценоз в целом.

Особую опасность для гидросферы несут ядохимикаты, загрязняющие как грунтовые воды, так и водоёмы.

Наиболее распространены **ядохимикаты на основе соединений тяжёлых металлов** (свинец, олово, мышьяк, кадмий, ртуть, хром, медь, цинк) и синтетических органических соединений. Ионы тяжёлых металлов, **попадая в организм, подавляют активность ряда ферментов, что приводит к крайне тяжёлым физиологическим и неврологическим последствиям**, например, умственная отсталость при свинцовом отравлении, психические аномалии и врождённые уродства при ртутных отравлениях.

**Синтетические органические соединения**, прежде всего, галогенированные и, в частности, хлорированные углеводороды (используются для производства пластмасс, синтетических волокон, искусственного каучука, лакокрасочных покрытий, растворителей, пестицидов и т.д.), попадая в организм, нарушают его функционирование. Даже небольшие дозы приводят к крайне тяжёлым эффектам, например, **канцерогенному** (развитие рака), **мутагенному** (появление мутаций) и **тератогенному** (врождённые дефекты у детей). При определённых дозах возможны острое отравление и смерть.

Ядохимикаты особенно опасны в связи с их способностью накапливаться в организмах (биоаккумуляция) и с возможностью биоконцентрирования. В этом случае животные последующих трофических уровней, питаясь организмами, накопившими ядохимикат, получают исходно более высокие концентрации ядовитого вещества.

## Нормирование и регулирование качества воды в водоёмах

Охрана водоёмов от загрязнений осуществляется в соответствии с «Санитарными правилами и нормами охраны поверхностных вод от загрязнения» (Сан П и Н 4630-88) и «Гигиеническими требованиями к охране поверхностных вод» (Сан П и Н 2.1.5.980-00).

Правила включают в себя общие требования к водопользователям в части сброса сточных вод в водоёмы.

Правилами установлены две категории водоёмов:

- 1 – водоёмы питьевого и культурно-бытового назначения;
- 2 – водоёмы рыбохозяйственного назначения.

Состав и свойства воды водных объектов **I типа** должны соответствовать нормам в растворах, расположенных в водотоках на расстоянии не менее одного километра выше ближайшего по течению пункта водопользования, а в непроточных водоёмах – в радиусе не менее одного километра от пункта водопользования.

Состав и свойства воды в водоёмах **II типа** должны соответствовать нормам в месте выпуска сточных вод при рассеивающем выпуске (при наличии течений), а при отсутствии рассеивающего выпуска – не далее чем в 500 м от места выпуска.

Правилами установлены нормируемые значения для следующих параметров воды водоёмов: содержание плавающих примесей и взвешенных частиц, запах, привкус, окраска и температура воды, значение рН, состав и концентрация минеральных примесей и растворённого в воде кислорода, биологическая потребность воды в кислороде, состав и **предельно допустимая концентрация (ПДК)** ядовитых и вредных веществ и болезнетворных бактерий.

Под **предельно допустимой концентрацией** понимается концентрация вредного (ядовитого) вещества в воде водоёма, которая при ежедневном воздействии в течение длительного времени на организм человека не вызывает каких-либо патологических изменений и заболеваний, в том числе у последующих поколений, обнаруживаемых современными методами исследований и диагностики, а также не нарушает биологического оптимума в водоёме.

Вредные и ядовитые вещества разнообразны по своему составу, в связи с чем их нормируют по принципу **лимитирующего показателя вредности (ЛПВ)**, под которым понимают наиболее вероятное неблагоприятное воздействие данного вещества.

Для водоёмов **первого типа** используют **три типа ЛПВ**:

- Санитарно-токсикологический
- Общесанитарный
- Органолептический

Для водоёмов **второго типа** используют **пять типов ЛПВ** :

- Санитарно-токсикологический
- Общесанитарный
- Органолептический
- Токсикологический
- Рыбохозяйственный.

Установлены ПДК для более 400 вредных основных веществ в водоёмах питьевого и культурно-бытового назначения, а также более 100 вредных основных веществ в водоёмах рыбохозяйственного назначения.

Вещество	Водоёмы I категории		Водоёмы II категории	
	ЛПВ	ПДК, г/м	ЛПВ	ПДК, г/м
Бензол	Санитарно-токсикологический	0,5	Токсикологический	0,5
Фенолы	Органо-лептический	0,001	Рыбохозяйственный	0,001
Бензин, керосин	Органо-лептический	0,1	Рыбохозяйственный	0,05
$Cd^{2+}$	Санитарно-токсикологический	0,01	Токсикологический	0,005
$Cu^{2+}$	Органо-лептический	1	Токсикологический	0,01
$Zn^{2+}$	Общесанитарный	1	Токсикологический	0,01
Цианиды	Санитарно-токсикологический	0,1	Токсикологический	0,05
$Cr^{6+}$	Органо-лептический	0,1	Токсикологический	0

**Для самих сточных вод ПДК не нормируются, а определяются предельно допустимые количества сброса вредных примесей, ПДС.**

Поэтому минимально необходимая степень очистки сточных вод перед сбросом их в водоём определяется состоянием водоёма, а именно - фоновыми концентрациями вредных веществ в водоёме, расходом воды водоёма и др., то есть способностью водоёма к разбавлению вредных примесей.

Запрещено сбрасывать в водоёмы сточные воды, если:

если существует возможность использовать более рациональную технологию, безводные процессы и системы повторного и оборотного водоснабжения – повторное или постоянное (многократное) использование одной и той же воды в технологическом процессе;

если стоки содержат ценные отходы, которые возможно утилизировать;

если стоки содержат сырьё, реагенты и продукцию производства в количествах, превышающих технологические потери;

если сточные воды содержат вещества, для которых не установлены ПДК.

## Методы и приборы контроля качества воды в водоёмах

Контроль качества воды водоёмов осуществляется периодическим **отбором и анализом проб воды** из поверхностных водоёмов: **не реже одного раза в месяц**.

При этом обязателен отбор проб непосредственно в месте водозабора и на расстоянии 1 км выше по течению для рек и каналов; для озёр и водохранилищ – на расстоянии 1 км от водозабора в двух диаметрально расположенных точках.

Наряду с анализом проб воды в лабораториях используют автоматические станции контроля качества воды, которые могут одновременно измерять до 10 и более показателей качества воды.

**На очистных сооружениях предприятий** осуществляют **контроль состава исходных и очищенных сточных вод**, а также контроль эффективности работы очистных сооружений, контроль, как правило, осуществляется **один раз в 10 дней**.

Пробы сточной воды отбираются в чистую посуду из боросиликатного стекла или полиэтилена. Анализ проводится не позже **чем через 12 часов** после отбора пробы. Для сточных вод измеряются органо-лептические показатели (запах, цвет), рН, содержание взвешенных веществ, химическое потребление кислорода (ХПК), количество растворённого в воде кислорода, биохимическое потребление кислорода (БПК), концентрации вредных веществ, для которых существуют нормируемые значения ПДК.

## Очистка сточных вод

**Очистка сточных вод** – лишь одно из направлений защиты гидросферы, прежде всего, поверхностных вод от антропогенных загрязнений.

**Главный путь защиты** гидросферы, так же, как и атмосферы и литосферы – **поиск технологий, исключающих образование значимых количеств вредных твёрдых и жидких отходов, вредных примесей в сточных водах и отходящих (в атмосферу) газов**, что входит составной частью в главное направление деятельности сегодняшней техносферы – **создание безотходных и малоотходных технологий**.

Существует несколько видов классификации методов очистки. Наиболее распространена следующая классификация.

1. Методы механической очистки (от взвешенных – в виде суспензий и эмульсий – веществ).
2. Физико-химические методы очистки (от коллоидно-дисперсных и истинно растворенных примесей).
3. Химические методы очистки (от истинно растворенных примесей).
4. Биологические методы очистки (от органических веществ).

Как правило, **системы очистки сточных вод строятся на основе использования комплекса методов очистки.** Состав методов определяется характером технологических процессов данного производства.

**Эффективность и надёжность работы любого очистного устройства обеспечиваются в определённом диапазоне значений концентрации примесей и расхода сточной воды.**

В самом общем виде последовательность этапов очистки стоков можно представить следующим образом.

1. Усреднение стоков. Оно может осуществляться не только на самом начальном этапе – при очистке от грубодисперсных примесей, но и на всех последующих этапах – там, где имеется неравномерность состава и расхода стоков и где целесообразно слияние близких по составу стоков (с разных участков производства) перед очередным этапом очистки.

2. Очистка от грубодисперсных веществ: решётки, песколовки, отстойники, аппараты, основанные на отделении твёрдых примесей в поле действия инерционных сил (напорные гидроциклоны, центрифуги), флотация.

3. Очистка от коллоидно-дисперсных примесей (коагуляция, электрокоагуляция).

4. Регулирование кислотности (щёлочности) стоков, например, с помощью известкования (нейтрализация).

5. Фильтрация на зернистых насыпных, например, песчано-гравийных фильтрах – для очистки от тонкодисперсных примесей (частиц), имевшихся в исходных стоках или образовавшихся на предыдущих этапах очистки.

6. Очистка стоков от молекулярных примесей, например, путём дегазации, адсорбции, экстракции.

7. Очистка от вредных веществ, находящихся в стоках в ионном состоянии: перевод ионов в малодиссоциирующие соединения; нейтрализация; окисление; образование комплексных ионов и перевод их в малорастворимое состояние; ионитная фильтрация (ионный обмен); сепарация ионов при изменении фазового состояния воды например, дистилляция; ультрафильтрация; электродиализ; воздействие магнитных и акустических полей и др.

8. На заключительном этапе очистки может быть предусмотрено повторное фильтрование – для очистки стоков от дисперсных примесей, образовавшихся на этапах очистки от истинно растворенных примесей, а также обезвреживание (дезинфекция) очищенных стоков от патогенных организмов (микроорганизмов),.

9. Биологическая очистка применяется для очистки стоков от органических примесей: сточные воды пропускаются через устройства (аэротенки, например), насыщенные мощными колониями специально подобранных микроорганизмов, которые извлекают органические вещества из стоков для питания и, таким образом, минерализуют органические примеси. Для интенсификации процессов стоки обогащаются кислородом (окситенки).

**Механическая очистка сточных вод** – технологический процесс очистки сточных вод механическими и физическими методами .

**Процеживание** – первичная очистка посредством пропускания стоков через решётки и волокнуловители .

**Отстаивание** основано на особенностях процесса осаждения твёрдых частиц в жидкости (песколовки и отстойники ) .

**Отделение твёрдых частиц** в поле действия инерционных сил производится в гидроциклонах, открытых и напорных, и центрифугах.

**Фильтрованием** обеспечивается очистка сточных вод от тонкодисперсных твёрдых примесей с небольшой концентрацией. Известны два основных класса фильтров: *зернистые*, представляющие собой однослойные или многослойные насадки пористых несвязанных материалов (кварцевый песок, дроблёный шлак, гравий, антрацит), и *микрофильтры*, фильтроэлементы которых изготовлены из связанных пористых материалов. **Электромагнитные фильтры** для очистки стоков от ферромагнитных примесей.

## Очистка сточных вод от нефтепродуктов

Отстаиванием, обработкой в гидроциклонах, флотацией, фильтрованием.

**Отстаивание** осуществляется в отстойниках и ловушках.

**Отделение нефтепродуктов** в поле действия инерционных сил осуществляется в напорных гидроциклонах .

**Очистка сточных вод от маслопримесей флотацией** заключается в интенсификации процесса всплывания нефтепродуктов при обволакивании их частиц пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду. По способу образования пузырьков различают несколько видов флотации: *напорного, пневматическую, пенную, химическую, биологическую, электрофлотацию и др.*

**Очистка стоков от примесей нефтепродуктов фильтрованием** - необходимый заключительный этап очистки:

Концентрация нефтепродуктов на выходе отстойников или гидроциклонов достигает 0,01 - 0,2 кг/м<sup>3</sup>, что значительно превышает ПДК нефтепродуктов в водоёмах (0,0005 кг/м<sup>3</sup> – для водоёмов первой категории и 0,00005 кг/м<sup>3</sup> – для водоёмов второй категории).

## Физико-химические методы очистки сточных вод

Физико-химическая очистка – одно из наиболее распространённых направлений очистки сточных вод.

Она применяется самостоятельно или в сочетании с химическими, механическими, биологическими методами.

Основные физико-химические методы: **коагуляция и электрокоагуляция, флокуляция, сорбция, флотация и электрофлотация, экстракция, ионный обмен, гипер- и ультрафильтрация, магнитная обработка.**

**Коагуляция** – процесс слипания коллоидных частиц и образования грубодисперсной макрофазы (флокул) с последующим её выделением из воды.

Сточные воды смешивают с коагулянтом (*алюминат натрия, оксихлорид алюминия, полихлорид алюминия, железный купорос, хлорид железа, сульфат железа, хлорид магния, сульфат магния, известь, шламовые отходы*) в специальных устройствах – смесителях в течение 1-3 мин., хлопьеобразование происходит в камерах хлопьеобразования, например, с механическим перемешиванием. Осаждение хлопьев и частиц, образовавшихся в результате коагуляции, производится в отстойниках, этот процесс часто называют **осветлением стоков**, а соответствующие отстойники – осветлителями.

**Сорбция** – процесс поглощения вещества (сорбата) из очищаемой среды твёрдым телом или жидкостью (сорбентом).

Поглощение вещества массой жидкого сорбента – **абсорбция**, поверхностным слоем твёрдого сорбента – **адсорбция**. Если при поглощении происходит химическое взаимодействие сорбента и сорбата, процесс называют **хемосорбцией**.

При очистке сточных вод в качестве сорбентов применяют искусственные и природные пористые материалы: **золу, коксовую мелочь, торф, силикагели, алюмогели, активные глины**. Наиболее эффективны **активированные угли**, пористость которых достигает 75 %, а удельная площадь поверхности – 900 м<sup>2</sup>/кг.

## Экстракция

Метод применяется для **удаления из стоков примесей, представляющих техническую ценность** (фенолы, жирные кислоты), основан на распределении примеси в смеси двух взаимонерастворимых жидкостей (сточной воды и экстрагента) соответственно коэффициенту экстракции (распределения)  $Kэ = Cэ/Cв$ , где  $Cэ$  и  $Cв$  – концентрации примеси в экстрагенте и в воде при установившемся равновесии.

## Ионный обмен

Метод гетерогенный ионный обмен или ионообменная сорбция - основан на процессе обмена между ионами, находящимися в растворе (в сточных водах), и ионами, присутствующими на поверхности твёрдой фазы – ионита.

Иониты разделяются на *катиониты* и *аниониты*.

*Катиониты* – материалы, способные обмениваться катионами, то есть положительными ионами.

*Аниониты* – материалы, способные обмениваться с раствором анионами, то есть отрицательными ионами.

## Электродиализ

Этот метод – вариант ионного обмена. Но в нём ионитный слой заменён специальными ионообменными мембранами, а движущая сила – внешнее электрическое поле.

При наложении постоянного электрического поля на раствор в последнем возникает движение ионов растворённых солей, а также  $H^+$  и  $OH^-$ .

## Гиперфльтрация (обратный осмос) и ультрафльтрация

**Гиперфльтрация** – процесс непрерывного молекулярного разделения растворов путём их **фильтрации под давлением через полунепроницаемые мембраны**, задерживающие полностью или частично молекулы либо ионы растворённого вещества. При этом размеры отделяемых частиц (молекул, гидратированных ионов) сопоставимы с размерами молекул растворителя (воды). *Необходимое давление, превышающее осмотическое давление растворённого вещества в растворе, может достигать 5...10 Мпа.*

Гиперфльтрация производится в случае относительно высокого осмотического давления растворённого вещества в растворе.

В растворах, содержащих высокомолекулярные вещества с максимальным диаметром частиц 0,5 мкм, осмотическое давление пренебрежимо мало. Для их разделения применяют процесс **ультрафльтрации** на специальных мембранах, пропускающих лишь воду, ионы и молекулы низкомолекулярных соединений. В этом случае рабочее давление в аппарате не превышает 0,5 Мпа.

Ультрафльтрацией также отделяют коллоидные частицы и мелкодисперсные фракции грубодисперсных веществ.

**Эвапорация.** Этот метод строится, в основном, либо на **пароциркуляционном** процессе, либо на **азеотропной ректификации**.

В первом случае **загрязнения отгоняются с циркулирующим водяным паром**. При этом сточные воды движутся через колонку с насадкой (загрузкой) навстречу острому пару, нагреваются до 100°С, при этом находящиеся в них летучие примеси переходят в паровую фазу. Затем пар отмывается от загрязнений раствором щелочи.

**Азеотропная ректификация основана на свойстве ряда летучих органических соединений образовывать нераздельнокипящие смеси с водой.** В колоннах, обогреваемых паром, часть воды отгоняется в виде азеотропной смеси с загрязняющим компонентом. Из нижней части колонны выходят очищенные стоки, а из верхней части отводится пар и поступает в конденсатор. Конденсат после охлаждения направляется на сепарацию, где разделяется на два слоя - водный и органический. **Водный слой сбрасывается в ёмкость исходной сточной воды, загрязняющий компонент – на переработку или использование.**

**Выпаривание** - применяется для увеличения концентрации солей, содержащихся в сточных водах, и ускорения их последующей кристаллизации, а также для обезвреживания небольших количеств, например, радиоактивных сточных вод. Требуется очень больших энергетических затрат.

Испарение осуществляется с открытой поверхности сточных вод на открытых испарительных площадках, площадь которых рассчитывается в зависимости от климатических условий и состояния грунтов.

**Кристаллизация** основана на различной растворимости веществ, содержащихся в сточных водах, при разных температурах. При изменении температуры получают пересыщенные растворы находящихся в них веществ, затем их кристаллы. **Метод** применяется при очистке высококонцентрированных сточных вод.

## Химическая очистка сточных вод

К химической очистке сточных вод относятся, как правило, очистку от загрязнений при использовании химических реагентов. Она широко применяется при локальной очистке сточных вод предприятия. В целом, химочистка стоков может быть использована и как доочистка промышленных сточных вод, например, их дезинфекция.

Основные методы: **нейтрализация и окисление** .

Способы нейтрализации:

- А) взаимная нейтрализация кислых и щелочных стоков;
- Б) нейтрализация реагентами;
- В) фильтрование через нейтрализующие материалы

Б) В качестве реагентов используются растворы кислот, негашёной  $\text{CaO}$  и гашёной извести, кальцинированной соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , каустической соды  $\text{NaOH}$ , аммиака  $\text{NH}_3\text{OH}$ . Реагентная нейтрализация используется в случаях, когда на предприятии образуются только или кислые или щелочные стоки или если невозможно произвести взаимную нейтрализацию кислых и щелочных стоков.

В) Обычно применяется для нейтрализации кислых сточных вод, в качестве нейтрализующих материалов используются известь, известняк, доломит  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , магнезит  $\text{MgCO}_3$ , обожжённый магнезит  $\text{MgO}$ , мел  $\text{CaCO}_3$ .

## Окисление

Метод используется для обезвреживания стоков, содержащих токсичные соединения (цианиды, комплексные цианиды меди и цинка) или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод или очищать другими методами: стоки участков гальванических покрытий в машиностроении и приборостроении, стоки производств переработки свинцово-цинковых и медных руд в горнодобывающей промышленности, стоки цехов варки целлюлозы в целлюлозобумажной промышленности и т.п.

При очистке стоков используют окислители: хлор, гипохлорат кальция и натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, кислород воздуха и технический кислород. Реже применяют пероксид водорода, оксиды марганца, перманганат и бихромат калия.

## Биологическая очистка сточных вод

Биологическая очистка сточных вод – технологический процесс очистки сточных вод, основанный на способности биологических организмов (редуцентов) разлагать загрязняющие вещества.

Биологическое разрушение (окисление) загрязняющих органических веществ производит биоценоз, включающий в себя в общем случае бактерий, простейших, водорослей, грибов, коловраток, червей и т.д., потребляющих органическое вещество и в процессе дыхания превращающих его в воду и углекислый газ.

## **Влияние факторов на биологическую очистку стоков**

*Температура.* Как правило, оптимальные температуры для аэробных процессов – 20…30°C; существуют группы бактерий, функционирующих в других температурных интервалах: психофилы – 10…15°C, термофилы – 50…60°C и др. Роль температуры связана, в частности, с температурной зависимостью растворимости кислорода в воде.

*Величина pH.* Биологическая очистка эффективна при pH = 5…9, оптимальная – при pH = 6,5…7,5, есть бактерии, склонные к кислой (грибы, дрожжи, pH = 4…6) или к слабощелочной среде (актиномицеты).

*Содержание биогенов.* Биогенные элементы N и P необходимы бактериальной клетке как «строительный» (N) и энергетический (P) материал, необходимы также (в незначительных количествах) элементы Mn, Zn, Cu, Mo и др.

*Уровень питания:* величина суточной нагрузки по загрязнениям в пересчёте на 1 м<sup>3</sup> очистного сооружения.

*Токсичные вещества.* Ими могут быть органические и неорганические вещества, их действие может быть микробостатическим (задерживается рост и развитие микроорганизмов) и убивающим (микробоцидным). Существует ПДК токсичных веществ для сооружений биологической очистки.

## Методы и сооружения биологической очистки

*Естественные методы:* почвенная очистка на полях фильтрации (орошения) и очистка в биологических прудах.

Биологическая очистка на *полях орошения* заключается в том, что при прохождении стоков через слой почвы в ней адсорбируются взвешенные и коллоидные вещества, образующие микробиологическую плёнку. Эта плёнка окисляет задержанные органические вещества и минерализует их. Такие поля оснащены системой подводящих, распределительных и отводящих сооружений.

**Поля орошения** – предназначены только для биологической доочистки сточных вод. На полях орошения одновременно с очисткой вод производится выращивание кормовых сельскохозяйственных культур и трав.

*Биологические пруды* - искусственные водоёмы с использованием естественных процессов – применяются для очистки промышленных и коммунальных стоков. Различают биологические пруды с естественной и искусственной аэрацией. Искусственная аэрация позволяет значительно уменьшить требуемую площадь прудов.

**Биологические пруды** – это неглубокие земляные резервуары 0,5-1м, в которых происходят те же процессы, что и при самоочищении водоемов.

Обычно их устраивают в виде 4-5 серий на местности имеющей уклон, так чтобы вода самотеком из верхнего пруда направлялась в нижерасположенный.

Биологическая очистка сточных вод в *искусственных сооружениях* производится в *биологических фильтрах, аэротенках и окситенках*.

В *биофильтрах* сточная вода из отстойников (первичных) разбрызгивается и стекает струйками по слою щебня, гравия и т.п. загрузочного фильтроматериала, толщина которого может достигать 2...3 м. При разбрызгивании сточная вода обогащается кислородом. Как и в естественных ручьях, в этих условиях функционирует сложная экосистема из бактерий, простейших, мелких червей и других микро- и макроорганизмов, прикреплённых к элементам фильтроматериала. Они “выедают” из протекающей воды органическое вещество, включая патогенов.

Случайно смытые с биофильтров организмы устраняются во вторичных отстойниках.

В биофильтрах сточные воды теряют до 90 % органических веществ. Интенсивность биоокисления органического вещества в биофильтре повышается при подаче сжатого воздуха через фильтр в направлении, противоположном фильтрованию.

*Аэротенки* представляют собой отстойники, в которые помещают активный ил – смесь микро- и макроорганизмов – детритофагов, то есть пожирателей неживого органического вещества, образующих специфический водный биоценоз, с водой, органическим веществом, биологически неокисляемыми растворёнными веществами и биологически неокисляемой частью клеточного вещества. По мере движения воды по аэротенку она интенсивно аэрируется сжатым воздухом, то есть создаётся идеальная среда для развития указанных организмов.

*Окситенки* - модификация аэротенков, в которые вместо сжатого воздуха поступает газообразный кислород, что приводит к интенсификации процессов окисления.

Сточная вода после аэро- и окситенков направляется во вторичные отстойники, осадок которого – тот же активный ил, который снова направляют в аэрационный резервуар. Излишки активного ила вместе с илом – сырцом (осадком и всплывшим грубодисперсным веществом в первичном отстойнике) направляют на переработку – сбраживание или компостирование. В результате получают метан и качественное удобрение (гумус) для сельскохозяйственных полей и газонов.

**Биологическая очистка** – заключается в минерализации органических загрязнений сточных вод при помощи аэробных биохимических процессов.

После биологической очистки вода становится прозрачной, содержит растворенный кислород и нитраты.

**Основным источником загрязнения являются промышленные и коммунальные канализационные стоки, смыв из полей агрохимикатов, стоки из животноводческих ферм.**

**Среди загрязнителей воды наибольшую опасность представляют: фенолы, нефть, нефтепродукты, соли тяжелых металлов, радионуклиды, пестициды минеральные удобрения и т.д.**

**Загрязнение соединениями тяжелыми металлами (ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь, мышьяк. Пример: Проблема загрязнения воды ртутью. Симптомы отравления – снижение поля зрения, расстройство координации движений, в легких случаях бессонница, страхи, головная боль, депрессия неадекватные эмоции.**

Ртуть в природные воды поступает из многих источников.

- Из сельскохозяйственных угодий – содержащие ртуть пестициды.
- Электростанции работающие на угле – дожди вымывают из воздуха ртуть, попадающую туда при сжигании нефти и угля.
- Бытовые сточные воды, включающие лекарства, красители,
- Стоки со свалок, куда попадают оборудование и отходы содержащие ртуть.
- Промышленные сточные воды – разливы, промышленные потери.

Ртуть попавшая в озеро накапливается в донных слоях ила, где она превращается бактериями в ядовитую метиловую ртуть и включается в пищевые цепи. Т.е происходит ее трансформация и биологическое накопление, в рыбе, в моллюсках ее уровень может превышать уровень в воде озера.

**Трансформация загрязнителя и биологическое накопление - это всегда надо учитывать при решении вопроса об опасности того или иного химического загрязнителя.**

Биогены, поступающие в водоемы со сточными водами и смываемыми с полей удобрениями, стимулируют рост фитопланктона и водорослей. **Данный процесс называется эвтрофикацией.**

Водоросли окрашивают воду – цветение воды, под их влиянием изменяется вкус воды, при отмирании водорослей развиваются гнилостные процессы.

Загрязнение природных вод теплом – **тепловое загрязнение.** Промышленные предприятия, электростанции нередко сбрасывают в водоемы подогретую воду, приводящую к повышению в них температуры. В водоемах с повышением температуры уменьшается содержание кислорода, увеличивается токсичность загрязняющих воду примесей. Наблюдается бурное размножение болезнетворных микроорганизмов и вирусов.

**Загрязнение нефтью.** В морские и океанические экосистемы ежегодно свыше 10 млн. тонн нефти, при ее транспортировке, во время катастроф.

**Загрязнение СПАВ** – понижают поверхностное натяжение воды, содержат токсичные вещества: ароматизаторы, отбеливающие реагенты.

**Сброс отходов в море с целью захоронения (дампинг)** – при прохождении через слой воды часть загрязняющих веществ переходит в раствор, изменяя качество воды, другая переходит в донные отложения.

## **Меры по очистке и охране вод**

**Механическая очистка** – из сточных вод путем фильтрации удаляются механические примеси. В зависимости от размеров применяются ловушки, сита, а поверхностные загрязнения - нефтеловушки, маслоуловители, смолоуловители и т.д.

**Физико-химическая очистка** – заключается в добавлении к сточным водам химических реагентов, которые вступают в реакцию с загрязняющими веществами способствующих выпадению нерастворимых и частично растворимых веществ. В качестве адсорбента применяют искусственные и естественные материалы. (*естественные – глина, торф, искусственные – активированный уголь*).

Из физико-химических методов широко применяется очистка – хлорированием.

Хлор эффективное средство для обеззараживания воды, убивает микроорганизмы и вступает в реакцию с аммиаком.

Электролитический метод – пропускание электрического тока через загрязненные воды, с помощью ультразвука, озона, ионообменных смол и высокого давления.

Механическая и физико-химическая очистка – первые этапы очистки сточных вод, после чего они направляются на биологическую очистку.

## **Факторы определяющие качество воды**

- Плавающие примеси;
- Взвешенные частицы;
- Запахи, привкусы;
- Окраска;
- Растворённый кислород;
- Температура;
- рН;
- Минеральный состав;
- БПК;
- Токсичные вещества;
- Возбудители заболеваний.

## Защита гидросферы от загрязнения

Решение проблемы предотвращения загрязнения водоемов сточными водами – в создании безотходных технологических процессов.

**Всемирный день воды – 22 марта** - объявлен в 1994 г. по предложению Международной ассоциации водопользователей. С тех пор в этот день проводятся массовые акции, пропагандистские кампании по защите водных объектов, экскурсии, конференции, семинары, форумы и выставки. В нашей стране работой по подготовке и проведению Дня Воды руководит служба водного хозяйства при Министерстве природных ресурсов.

*Пусть на земле не умирают реки!*

*Пусть стороной обходит их беда.*

*Пусть чистой остается в них навеки*

*Студеная и вкусная вода. (Э. Огнецвет)*

### 3. Загрязнение литосферы

Таблица – Земельный фонд планеты

Категории земель	Площадь, млн. км <sup>2</sup>	% площади суши
Ледники	16,3	11,0
Полярные и высокогорные пустыни	5,0	3,3
Тундры и лесотундры	7,0	4,7
Болота (вне тундр)	4,0	2,7
Озёра, реки, водохранилища	3,2	2,1
Неорошаемые аридные пустыни, скальные грунты и прибрежные пески	18,2	12,2
Леса (включая насаждения)	40,3	27,0
Травянисто-кустарниковые и естественные луга	28,5	19,0
Земледельческая площадь	19,0	13,0
Земли промышленного и городского назначения	3,0	2,0
Земли подверженные эрозии, засолению и заболачиванию	4,0	3,0
<b>ВСЕГО</b>	<b>149 млн.км<sup>2</sup></b>	<b>100</b>

Земельный фонд России – 1706 млн. га в том числе:

- земли с/х предприятий и граждан – 651млн. га;
- земли населенных пунктов- 6 млн. га;
- земли несельскохозяйственного назначения (промышленность, транспорт) -17,7 млн. га;
- земли природно-заповедного фонда – 20,7 млн. га;
- земли лесного фонда - 878,8 млн. га;
- земли водного фонда - 18,1 млн. га;
- земли запаса – 117,8 млн. га.

Таблица – площадь территории на душу населения

Страны	Площадь территории, га/чел.
Россия	11,7
США	3,35
Франция	0,94
Китай	0,76
Италия	0,49
Германия	0,43
Англия	0,41
Япония	0,29

Уже сегодня воздействие человека на литосферу приближается к пределам, переход которых может вызвать необратимые процессы почти по всей поверхностной части земной коры. **В процессе преобразования литосферы человек извлёк 125млрд. тонн угля, 32 млрд. т нефти, более 100 млрд. т других полезных ископаемых. Распахано более 1500 млн. га земель, заболочено и засолено 20 млн. га. Эрозией за последние 100 лет уничтожено 2 млн. га, площадь оврагов превысила 25 млн.га.**

Высота терриконов достигает 300 м, горных отвалов 150 м, глубина шахт для добычи угля и золота превышает 4 км, нефтяных скважин 6 км.

**Почва** – поверхностный слой земной коры, несущий на себе растительный покров суши и обладающий плодородием, который формируется и непрерывно изменяется под воздействием воды, воздуха, живых организмов и других факторов.

**Почва обладает особым свойством – плодородием**, она служи основой плодородием, она служит основой сельского хозяйства всех стран. Почва при правильной эксплуатации не только не теряет своих свойств, но и улучшает их, становится более плодородной. Охрана почв и их рациональное использование, является одной из важнейших задач всего человечества.

**Исключительная по важности роль природноресурсовых отношений закреплена ст.9 Конституции России, устанавливающей, что земля и другие природные ресурсы используются и охраняются как основа жизни и деятельность народов, проживающих на соответствующей территории.**

Прежде всего в сельском хозяйстве используется земля.

Отношения по охране земель сельскохозяйственного назначения и повышению плодородия сельскохозяйственных угодий урегулированы ФЗ №101 «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения».

В обязанности собственникам, землевладельцам и землепользователям вменяются: осуществление производства сельскохозяйственной продукции, способности воспроизводства плодородия, соблюдение стандартов, норм, нормативов и регламентов проведения агротехнических агрохимических, мелиоративных, противоэрозийных мероприятий, содействие проведению почвенного, фитосанитарного экологотоксикологического обследования земель сельскохозяйственного назначения, информирование соответствующих органов исполнительной власти о фактах деградации земель.

**Дегградация почв** представляет собой совокупность процессов, приводящих к изменению функций почв как элемента природной среды, к количественному и качественному ухудшению ее свойств и режимов, снижению природно-хозяйственной значимости земель.

**Под природно-хозяйственной значимостью** понимается качество земель, лимитирующее характер и эффективность их хозяйственного использования, участия почвенного покрова в обеспечении функционирования экосистем и существовании природных ландшафтов.

**Выделяются следующие наиболее существенные типы дегградации почв:**

- технологическая (в результате долгого использования);
- эрозия почвы;
- засоление;
- заболачивание;
- загрязнение почв;
- опустынивание.

**Эрозия** - наиболее серьезная форма деградации почвы. Естественная эрозия - это медленный процесс, одновременно с которым формируется новый почвенный слой. Нерациональное использование земли может настолько ускорить процесс эрозии, что за несколько десятилетий огромные территории остаются без почвенного слоя.

**Ветровая эрозия (дефляция)** – это выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц ветром. Интенсивность ветровой энергии зависит от скорости ветра, устойчивости почвы, наличия растительного покрова, особенностей рельефа и других факторов. Огромное влияние на её развитие оказывают антропогенные факторы. Например, уничтожение растительности, нерегулярный выпас скота, неправильное применение агрохимических мер резко активизируют эрозионные процессы.

**Различают следующие виды ветровой эрозии:**

- местную (повседневную) – это позёмки и столбы пыли при небольших скоростях ветра;

- пыльные бури – это бури, которые возникают при сильных и продолжительных ветрах. Скорость ветра достигает 20-30 м/сек и более. Наиболее часто пыльные бури наблюдаются в засушливых районах (сухие степи, полупустыни, пустыни). Пыльные бури безвозвратно уносят самый плодородный верхний слой почв; они способны развеять за несколько часов до 500 т почвы с 1 га пашни, негативно влияют на все компоненты природной окружающей среды, загрязняют атмосферный воздух, водоёмы, отрицательно влияют на здоровье человека.

**Водяная эрозия почв (земель)** – это разрушение почв под воздействием временных водных потоков.

**Различают следующие формы водной эрозии: - плоскую; - струйчатую; - овражную; - береговую.**

Как и в случае ветровой эрозии, условия для проведения водной эрозии создают природные факторы, а основной причиной её развития является производственная и иная деятельность человека. В частности, новой тяжёлой почвообрабатывающей техники, разрушающей структуру почвы, - одна из причин активизации водной эрозии в последние десятилетия.

Среди различных форм проявления водной эрозии значительный вред окружающей природной среде и в первую очередь почвам приносит **овражная эрозия**. Экологический ущерб от оврагов огромен. Овраги уничтожают ценные сельскохозяйственные земли, способствует интенсивному смыву почвенного покрова, заиливают малые реки и водохранилища, создают густо расчленённый рельеф. Подчитано, что ежедневные потери почв из-за развития оврагов достигают 100-200 га.

К эрозии почв также приводит:

- **уничтожение растительности и лесов;**
- **чрезмерный выпас скота (тропочная эрозия);**
- **отвальная обработка почв и др.**

Антропогенная эрозия почв опасна не только для самих почв, но наносит значительный ущерб водным ресурсам. Смытые с полей верхние слои почвы, попадая в водоёмы, засоряют их и способствуют процессам **эвтрофикации**.

## Вторичное засоление и заболачивание почв.

В процессе хозяйственной деятельности человек может усиливать природное засоление почв. Такое явление носит название вторичного засоления и развивается оно при неумеренном поливе орошаемых земель в засушливых районах. Во всём Мире процессам вторичного засоления и осолонцевания подвержено около 30% орошаемых земель.

**Засоление почв** ослабляет их вклад в поддержание биологического круговорота веществ. Исчезают многие виды растительных организмов, появляются новые растения галофиты (солянка и др.). Уменьшается генофонд наземных популяций в связи с ухудшением условий жизни организмов, усиливаются миграционные процессы.

**Заболачивание почв** наблюдаются в сильно переувлажнённых районах, в зонах вечной мерзлоты. Заболачивания почв сопровождается деградационными процессами в биоценозах, появлением признаков оглеения и накоплением на поверхности неразложившихся остатков.

Заболачивание ухудшает агрономические свойства почв и снижает производительность лесов.

**Опустынивание** – это одно из глобальных проявлений деградации почв, до и всей окружающей среды в целом, это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных ситуациях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню. **Всего в Мире подвержено опустыниванию более 1 млрд. га практически на всех континентах.** Причины и основные факторы опустынивания различны, как правило, это сочетание нескольких факторов.

На территории, подверженной опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, гибнет растительность, засоляются грунтовые воды, резко падает биологическая продуктивность, а следовательно, подрывается и способность экосистем восстанавливаться.

Опустынивание является одновременно социально-экономическим и природным процессом, он угрожает примерно 3,2 млрд. га земель, на которых проживают более 700 млн. человек. Особенно опасное положение сложилось в Африке – между пустыней Сахара на севере и саванной на юге. Причина – сочетание двух факторов: усилением воздействия человека на природные экосистемы с целью обеспечения продовольствием быстро растущего населения; изменяющимися метеорологическими условиями (длительными засухами).

В результате непродуманной хозяйственной деятельности на этих территориях произошли глубокие необратимые деградационные изменения природной среды. Это повлекло за собой резкое снижение биоразнообразия фито- и зооценозов и разрушение природных экосистем.

## **Основными причинами антропогенного опустынивания являются:**

- перевыпас скота на протяжении длительного времени (*Специалисты отмечают, что там, где по условиям рельефа, качества почвы, мощности первостоя можно было выпасать только одну овцу, выпасалось в десятки раз больше*);
- неправильное орошение, ведущее к засолению почв и разрушению их верхнего слоя;
- распашка земель, в принципе непригодных для земледелия;
- вырубка и уничтожение лесов и кустарника;
- деградация земель за счет многолетней добычи полезных ископаемых, строительства и пр.

**Отчуждение земель.** Почвенный покров агроэкосистем необратимо нарушается при отчуждении земель для нужд несельскохозяйственного использования: строительства промышленных объектов, городов, посёлков, для прокладки линейно-протяжённых систем (дорог, трубопроводов, линий связи), при открытой разработке месторождений полезных ископаемых и т.п.

По данным ООН в Море только при строительстве городов и дорог ежегодно безвозвратно теряется более 300 тыс. га пахотных земель. Конечно, эти потери в связи с развитием цивилизации неизбежны, однако они должны быть сокращены до минимума.

## Загрязнения почв

Поверхностные слои почв легко загрязняются.

Большие концентрации в почвах различных химических соединений - токсикантов пагубно влияют на жизнедеятельность почвенных организмов.

При этом теряется способность почвы к самоочищению от болезнетворных и других нежелательных микроорганизмов, что чревато тяжёлыми последствиями для человека, растительного и животного мира.

*Например, в сильно загрязнённых почвах возбудители тифа и паратифа могут сохраняться до полутора лет, тогда как в незагрязнённых – лишь в течении двух-трёх дней.*

## Пути загрязнения почвы:

Различные почвенные загрязнения, большинство из которых антропогенного характера, различными путями попадает в почву:

1. С атмосферными осадками. Многие химические соединения, попадающие в атмосферу в результате работы предприятий, затем растворяются в капельках атмосферной влаги и с осадками выпадают на почву. Это, в основном, газы – оксиды серы, азота и др. Большинство из них не просто растворяются, а образуют химические соединения с водой, имеющие кислотный характер. Таким образом и образуются кислотные дожди.

2. Осаждающиеся в виде пыли и аэрозолей. Твёрдые и жидкие соединения при сухой погоде обычно оседают непосредственно в виде пыли и аэрозолей. Такие загрязнения можно наблюдать визуально, например, вокруг котельных зимой снег чернеет, покрываясь частицами сажи. Автомобили, особенно в городах и около дорог, вносят значительную лепту в пополнение почвенных загрязнений. Это тяжёлые металлы сернистые и азотные соединения.

3. При непосредственном поглощении почвой газообразных соединений. В сухую погоду газы могут непосредственно поглощаться почвой, особенно влажной. Таким образом в почву попадает сера, медь, цинк, свинец, цезий и пр. имеющиеся в загрязнённом воздухе вещества.

4. С растительным опадом. Различные вредные соединения, в любом агрессивном состоянии, поглощаются листьями через устьица или оседают на поверхности. Затем, когда листья падают, все эти соединения поступают в почву. Таким образом в почву попадают тяжёлые металлы, азотные, фосфорные, серные и др. соединения, пестициды.

## Классификация почвенных загрязнений:

### 1. Загрязнение мусором, выбросами, отвалами, отстойными породами.

**Всё то, что человек добывает, производит, выращивает, потребляет, в конце концов, превращается в отходы.** Часть из них удаляется вместе со сточными водами, другая часть в виде газов, паров и пыли попадает в атмосферу, но большая часть выбрасывается в виде твёрдых отходов. Каждый житель планеты «производит» ежедневно до 1,5 килограммов мусора.

### **Гора твёрдых бытовых отходов (ТБО) растёт с каждым днём.**

В эту группу входят различные по характеру загрязнения смешанного характера, включающее как твёрдые, так и жидкие вещества, не слишком вредные для организма человека, но засоряющие поверхность почвы, затрудняющие рост растений на этой площади.

Загрязнение почвы нечистотами ведёт к проникновению возбудителей инфекционных болезней не только в поверхностные слои, подвергающиеся бактерицидному влиянию солнечных лучей, но и в более глубокие слои почвы и грунтовые воды.

В сезон дождей микроорганизмы и яйца гельминтов распространяются как вертикально, так и горизонтально. В сезон с сухим климатом и высокими температурами при прямом действии солнечного света происходит более быстрое очищение почвы от вегетативных форм микроорганизмов, спор, наступает гибель яиц гельминтов.

Непосредственное соприкосновение человека с почвами, загрязненными отбросами, а также употребление свежих овощей, выращенных на таких почвах, может служить причиной глистных инвазий и кишечных заболеваний, так как почва может содержать возбудителей раневых инфекций (столбняка, сибирской язвы), а также ряд насекомых, являющимися передатчиками различных инфекций.

Выпадающие на загрязненную почву атмосферные осадки, проходя через почву, выносят в грунтовые воды растворимые органические вещества, микрофауну и микрофлору. Использование таких вод приводит к кишечным инфекциям.

Защита человека заключается в утилизации отходов, построении мусороперерабатывающих заводов.

2. Загрязнения тяжёлыми металлами. Данный вид загрязнений уже представляет значительную опасность для человека и других живых организмов, так как тяжёлые металлы нередко обладают высокой токсичностью и способности к кумуляции в организме. Наиболее распространённое загрязнение – выхлопными газами автомобилей. Вблизи ртутного комбината содержание ртути в почве из-за газодымовых выбросов может повышаться до концентрации, в сотни раз превышающих допустимые. Значительное количество свинца содержится в почвах, находящихся в непосредственной близости от автомобильных дорог. Результаты анализа образцов почвы, отобранных на расстоянии нескольких метров от дороги, показывают 30-кратное превышение концентрации свинца по сравнению с его содержанием (20 мкг/г) в почве незагрязнённых районов.

3. Загрязнения микотоксинами. Данные вещества не являются антропогенными, потому, что они выделяются некоторыми грибами, однако по своей вредности для организма они стоят на одном ряду с перечисленными загрязнителями почвы.

4. Загрязнения радиоактивными веществами. Радиоактивные соединения стоят несколько обособленно по своей опасности прежде, всего потому, что по своим химическим свойствам они практически не отличаются от аналогичных нерадиоактивных элементов и легко проникают во все живые организмы, встраиваясь в пищевые цепочки.

5. Загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами. Причины загрязнения – аварии на магистральных и внутрипромысловых нефтепроводах, несовершенство технологии нефтедобычи, аварийные и технологические выбросы и т. д.

6. Загрязнение почвы пестицидами (от латинского *pestis* – зараза и *caedo* – убиваю). Пестициды – химические препараты для борьбы с сорняками, с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений. Большинство пестицидов – синтетические органические вещества.

В Мире ежегодно производится более 1-го млн. т пестицидов. Среди пестицидов наибольшую опасность представляют стойкие хлорорганические соединения (ДДТ, ГХБ, ГХЦГ), которые могут сохраняться в почвах в течении многих лет и даже малые их концентрации в результате биологического накопления могут стать опасными для жизни организмов. Но и в ничтожных концентрациях пестициды подавляют иммунную систему организма, а в более высоких концентрациях обладают выраженным мутагенными и канцерогенными свойствами. Попадая в организм человека, пестициды могут вызвать не только быстрый рост злокачественных новообразований, но и поражать организм генетически, что может представлять серьёзную опасность для здоровья будущих поколений. Вот почему применение наиболее опасного из них – ДДТ в нашей стране и ряде других стран запрещено.

**Таким образом, можно с уверенностью сказать, что общий экологический вред от использования загрязняющих пестицидов многократно превышает пользу от их применения**

## 7. Загрязнение почвы минеральными удобрениями.

Почвы загрязняются минеральными удобрениями, если их используют в неумеренных количествах, теряют при производстве, транспортировке и хранении. Из азотных, суперфосфатных и других типов удобрения в почву в больших количествах мигрируют нитриты, сульфаты, хлориды и другие соединения. При самых благоприятных условиях из всего количества азотных удобрений применяемых в США, поглощаются растениями 80%, а в среднем по стране лишь 50%. Это приводит к нарушению биохимического круговорота азота, фосфора и некоторых других элементов.

В последнее время для повышения урожайности почвы широкое распространение получили минеральные удобрения, содержащие набор основных питательных макро- и микроэлементов.

Сроки, способы внесения и нормы расхода минеральных удобрений регламентированы техническими условиями на эти удобрения, они указаны в инструкции по применению либо прямо на упаковке. Несоблюдение сроков, способов и превышение норм расхода минеральных удобрений ведёт к перенасыщению ими почвы, а значит, и сельскохозяйственной продукции, и может нанести вред окружающей среде, увеличить риск заболевания человека.

Особенно опасна в этом отношении передозировка азотных удобрений (нитратов), которая приводит к их накоплению в сельскохозяйственной продукции (фруктах, овощах, арбузах). Избыток нитратов в овощах и фруктах вызывает нарушение функции крови как переносчика кислорода и создаёт угрозу жизни. Нитраты вызывают отёк лёгких, кашель, рвоту, сердечную недостаточность. При поступлении нитратов в человеческий организм в концентрации свыше 50 мг/л отмечается их прямое общетоксическое воздействие, в частности превращение нитратов в нитриты, которые образуют в высокотоксичные вещества, вызывающие поражение печени и способствующие развитию злокачественных новообразований.

Нитраты (селитры) – соли азотной кислоты. Они частично выводятся из организма, образуют нейтральные или даже полезные соединения, а также образуют нитриты.

Нитриты вступают в реакцию с гемоглобином крови и лишают его возможности переносить кислород. Известны случаи смерти детей в возрасте до года, отравившимся морковным соком, в котором было слишком высокое содержание азота.

Характерными признаками избытка нитратов в овощах являются:

- овощи слишком большого размера;
- в арбузах прожилки имеют жёлтый цвет;
- цветная капуста имеет сероватый оттенок;
- белокочанная капуста и картофель в местах разреза очень быстро приобретают серый цвет;

В созревших фруктах и овощах нитратов меньше, чем в сорванных раньше срока. По этой причине нежелательно употреблять в пищу помидоры, снятые зелёными. Свекла накапливает нитраты больше других овощей. Аскорбиновая кислота «связывает» селитру и выводит из организма.

Для защиты здоровья человека от отравления нитратами необходимо принимать следующие меры:

- с минеральными удобрениями, в особенности с азотными, надо обращаться грамотно, не допускать их передозировки;

- при покупке сельскохозяйственной продукции на рынках необходимо спросить у продавца сертификат качества или справку, в которой указано содержание нитратов (не должно превышать предельно допустимые концентрации);

- для уменьшения количества нитратов в овощах после мытья их необходимо на 10-15 минут погрузить в холодную воду, срезав перед этим кожуру вместе с подкожной мякотью. У капусты следует удалить верхние листья, выбросить центральную часть и кочерыжку, у листовых овощей обрезать черешки;

- отварные овощи режьте на кусочки поменьше. Если варится суп, нитраты остаются в кастрюле (вода не сливается);

- надо учитывать в каких частях растений скапливается наибольшее количество нитратов: капуста (наружные листья и кочерыжка); морковь (сердцевина); кабачки (кожура); арбузы, дыни (кожура и прилегающий к ней незрелый слой); свекла (верхняя и нижняя часть корнеплода); зелень (стебли, черешки листовых).

Всё то, что человек добывает, производит, выращивает, потребляет, в конце концов, превращается в отходы. Часть из них удаляется вместе со сточными водами, другая часть в виде газов, паров и пыли попадает в атмосферу, но большая часть выбрасывается в виде твёрдых отходов. Каждый житель планеты «производит» ежедневно до 1,5 килограммов мусора.

Гора твёрдых бытовых отходов (ТБО) растёт с каждым днём – за год у нас в стране их собирается примерно 60 млн. тонн.

## 4. Экологический кризис и пути его решения

Еще в 70-е годы XX века человечество ощутило опасность глобального экологического кризиса. Сложившаяся тысячи лет назад тенденция человечества ставить себе на службу по возможности все природные ресурсы в ходе технического развития привела к реальной опасности разрушения или, по крайней мере, принципиального изменения биосферы, частью которой является человечество.

Развитие неограниченного производства и потребления привели к тому, что антропогенные воздействия на окружающую среду значительно превысили способность природных систем к самовосстановлению и самовоспроизводству.

Эти неблагоприятные процессы развиваются с нарастающей скоростью и, по мнению ряда ученых, могут сравнительно быстро привести к гибели человечества, если не будут приняты срочные меры.

*“У человечества было 40 тысяч лет для разбега и осталось 40 лет для торможения перед пропастью”, - образно писали французские экологи 20 лет назад.*

В общественном сознании утвердился принцип человеческой исключительности. Для него характерны **антропоцентризм**, антиэкологизм и своеобразный социальный оптимизм.

Сущность **экологического антропоцентрического сознания** заключается в следующем:

- Высшую ценность представляет человек. Только он самоценен, а все остальное в природе ценно лишь постольку, поскольку оно может быть полезно человеку. Природа - собственность человечества, и оно имеет на это право.
- Иерархическая картина мира. На вершине пирамиды стоит человек, несколько ниже - вещи, созданные человеком и для человека, а еще ниже - различные объекты природы, место которых определяется полезностью для человека. Мир людей противопоставлен миру природы.
- Цель взаимодействия с природой - удовлетворение тех или иных потребностей человека, получение определенного полезного продукта, использование природы.
- Характер взаимодействия с природой подчиняется принципу - “Правильно и разрешено то, что полезно человеку и человечеству.”
- Дальнейшее развитие природы должно быть подчинено интересам развития человечества.
- Смысл деятельности по охране природы заключается в том, чтобы сохранить природную среду для будущих поколений.

## Стиль жизни, отвечающий **экоцентрическому экологическому сознанию**.

- Высшую ценность представляет гармоничное развитие человека и природы. Природное признается изначально самоценным, имеющим право на существование вне зависимости от полезности или бесполезности или даже вредности для человека. Человек не собственник природы, а один из членов природного сообщества.
- Отказ от иерархической картины мира. Человек не признается обладающим какими-то особенными привилегиями. Мир людей не противопоставлен миру природы.
- Цель взаимодействия с природой - максимальное удовлетворение, как потребностей человека, так и всего природного сообщества.
- Характер взаимодействия с природой определяется следующим принципом: правильно и разрешено только то, что не нарушает существующее в природе экологическое равновесие.
- Развитие природы и человека мыслится как процесс коэволюции взаимовыгодного единства.
- Деятельность по охране природы продиктована необходимостью сохранить природу ради нее самой.

**Приемы, которые может использовать любой человек в своей деятельности для перехода к экологически чистым решениям:**

**1.Повышение культуры человеческой деятельности.** Вдумчивое отношение к любому делу, определение ресурсов улучшения любой работы, что позволяет улучшить экономику и резко уменьшить неблагоприятные воздействия на природные системы.

**2.Рециркуляция воды, продуктов, утилизация отходов.** Воздействия на окружающую среду резко уменьшаются, если замкнуты в цикле вода - воздух - технологические материалы. При утилизации отходов многократно уменьшается потребность в первичном сырье. Этот подход предполагает: сортировку отходов, специальную обработку и подготовку отходов, обеспечивающую их эффективную утилизацию; выбор методов утилизации, которые позволяют переработать основную массу отходов; применение экономических средств стимулирования утилизации отходов.

**3.Создание безотходных ресурсосберегающих технологий производства.** Основная идея здесь состоит в том, чтобы за счет применения рациональных инженерных решений добиться значительного сокращения потребления ресурсов, образования примесей и побочных продуктов по сравнению с традиционными решениями. При этом улучшается качество продукции, снижаются затраты, а экологический эффект оказывается бесплатным приложением к большому экономическому эффекту, достигающемуся за счет использования более совершенных технологий.

#### 4. Производство экологически эффективной продукции.

Самое эффективное решение - выпуск продукции или использование продукции, применение которой связано с сокращением выбросов или потребления ресурсов. Это может быть и продукция, отличающаяся долговечностью или особо высокими потребительскими характеристиками. Примерами таких материалов оказываются полимерные материалы, стабилизированные антиоксидантами, небольшие добавки которых в несколько раз увеличивают срок службы этих материалов; удобрения продленного действия; древесина, подвергнутая химической и термической обработке.

Экологическая опасность может быть уменьшена и сведена к минимуму только при предельно ответственном отношении каждого человека на своем месте к охране природы, к рациональному и разумному использованию ресурсов, их сбережению.

Экологические проблемы могут быть решены и характер их перестанет быть угрожающим, если каждый человек представит себе меру опасности экологического кризиса, если каждый будет ощущать личную ответственность за существование биосферы и рода человеческого на Земле, если каждый будет на своем месте проводить грамотную политику, направленную на сбережение природных ресурсов и сохранение природных систем.

