



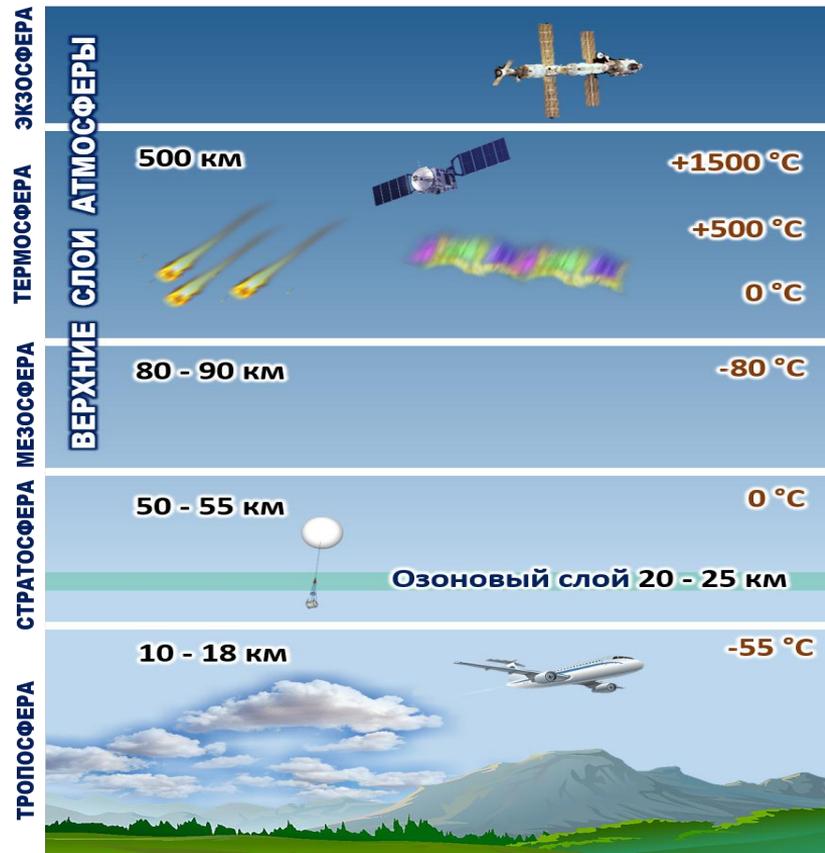
**ВОЛГОГРАДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Гигиена воздушной среды

**Доцент кафедры общей гигиены и экологии,
к.м.н. Левченко Наталья Викторовна**

Значение воздуха

- Воздух обеспечивает акт дыхания животных и растений.
- Воздушная среда принимает участие в регулировании теплового обмена.
- На определённой территории формирует климат.
- Защищает живое от губительного действия УФ лучей и от некоторых видов космического излучения (озоновый слой).
- Обеспечивает воспроизведение звуковых и обонятельных сигналов.



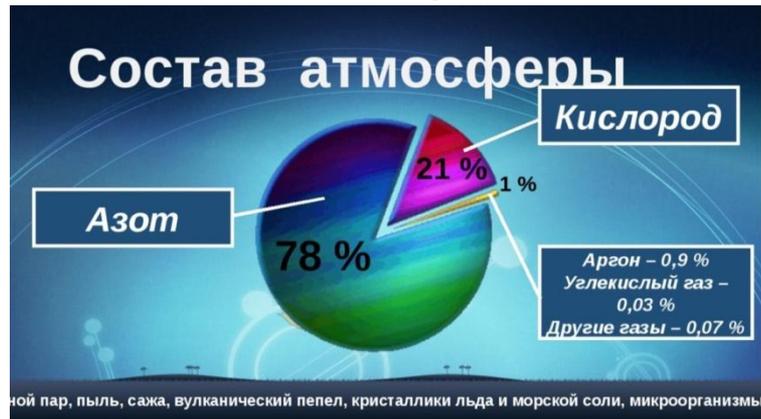
Химический состав воздуха

$O_2 = 20,9\%$ Совершает ОВР, обеспечивает процесс горения органических материалов.

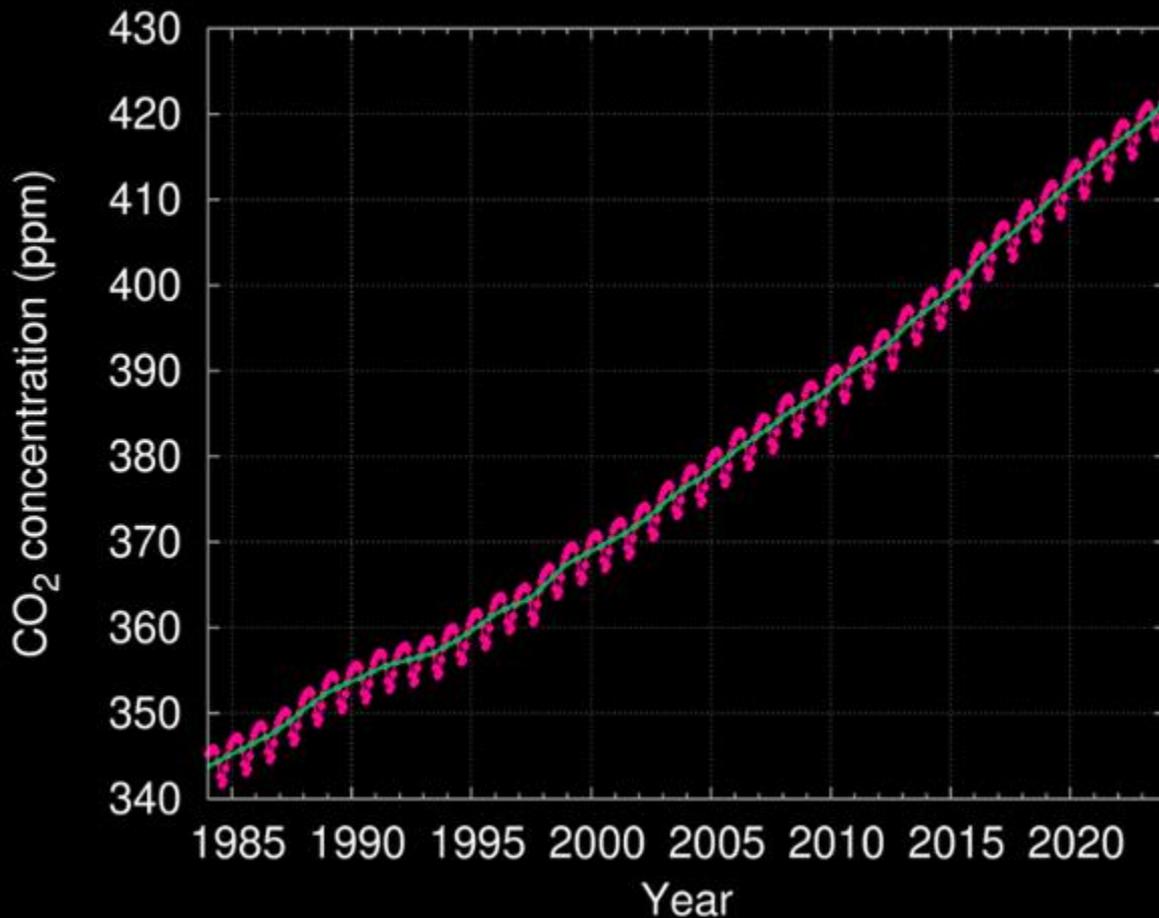
$N_2 = 78\%$ Растворитель O_2

$CO_2 = 0,03-0,04\%$ Возбудитель дыхательного центра. 4% - смерть. 8% - абсолютная смертельность (в заброшенных шахтах).

Другие газы (аргон, гелий, неон, метан, криптон, водород, ксенон), водяные пары, озон



Globally averaged CO₂ concentration



Природные источники загрязнения атмосферного воздуха

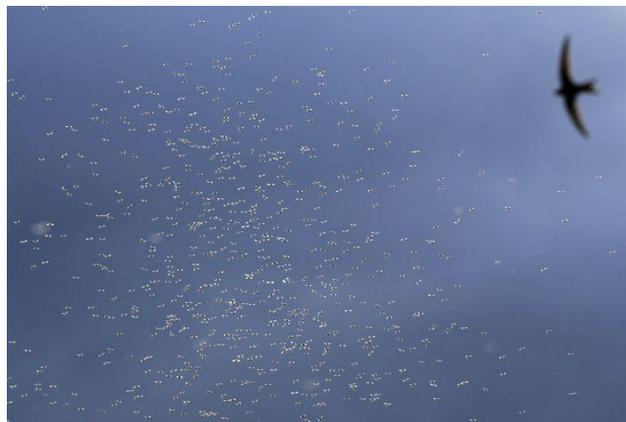
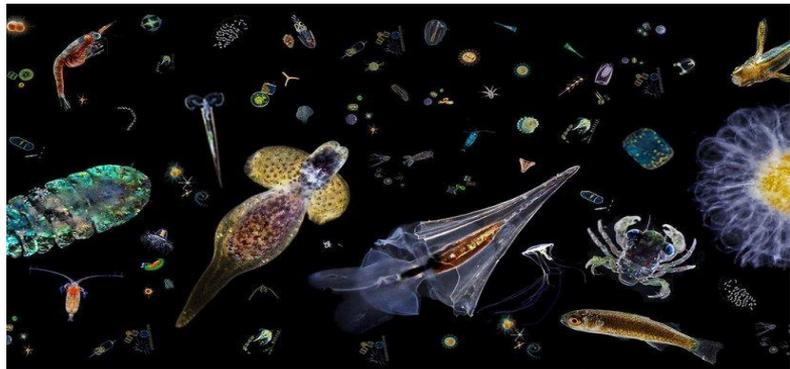
- ✓ К природным источникам относятся извержения вулканов, вынос морских солей, выветривание почвы, растения, лесные и торфяные пожары, пыльные бури и другие.
- ✓ При извержении вулканов в воздух выбрасывается аэрозоль в виде пепла, пары воды, соединения углерода, водород, диоксид серы, хлор и т.д.

Естественные источники загрязнения.



Природные источники загрязнения атмосферного воздуха

В атмосферном воздухе можно обнаружить аэропланктон, то есть находящиеся во взвешенном состоянии частицы биологической природы. В его состав входят бактерии, вирусы, споры плесневых грибов, дрожжевые грибы, актиномицеты, цисты простейших, споры мхов и папоротников.



Природные источники загрязнения атмосферного воздуха



- В разгар цветения от одного растения в атмосферный воздух может поступать до нескольких миллионов гранул пыльцы. Содержание пыльцы зависит от сезона года, наличия и особенностей растительности. Пыльца является причиной аллергических заболеваний у человека (сенной лихорадки или поллиноза).



**Антропогенные
источники загрязнения
атмосферного воздуха**

Источники загрязнения атмосферного воздуха:

Транспорт: автомобильный, воздушный, железнодорожный



В выхлопах двигателей внутреннего сгорания содержатся **оксид углерода, оксид азота, углеводороды, альдегиды, сажа, бенз(а)пирен, тяжелые металлы.**

Компонент	Объемная доля в бензиновом двигателе, %	Объемная доля в дизельном двигателе, %	Токсичность
Азот N₂	74–77	76–78	нетоксичен
Кислород O₂	0,3–8	2–18	нетоксичен
Водород H₂	0 – 5,0	-	нетоксичен
Диоксид углерода CO₂	5–12	1–10	нетоксичен
Оксид углерода (CO – угарный газ)	0,5–12	0,01–5	токсичен
Углеводороды C_xH_y	0,2–3	0,009–0,5	ТОКСИЧНЫ
Альдегиды	0–2	0,001–0,009	ТОКСИЧНЫ
Диоксид серы SO₂	0–0,002	0–0,03	токсичен
Сажа, г/м³	0–0,04	0,1–1,1	Канцерогены
Бензапирен, г/м³	0,01–0,02	0–0,01	Канцерогены

Бенз(а)пирен является типичным представителем канцерогенных веществ.

В связи с этим, в загрязнении городского воздуха автомобильными выхлопами многие учёные видят одну из главных причину увеличения смертности от рака лёгких. Частота этого заболевания в городе намного выше, чем в сельской местности.

БЕНЗАПИРЕН

РАК ЛЕГКИХ



Количество онкозаболеваний

- Ежегодно - 160 000
- ежедневно - 442
- ежечасно – 18
- из них 8 - рак легких

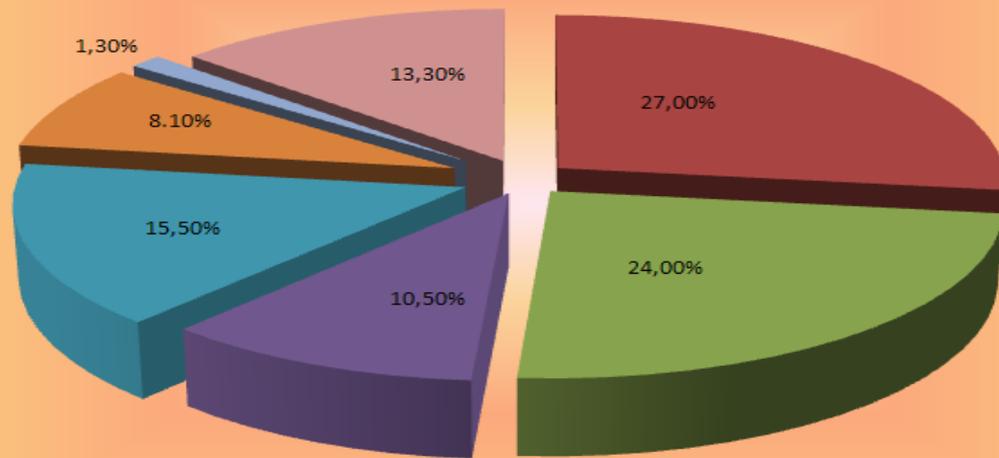


Источники загрязнения атмосферного воздуха:

Промышленные предприятия



Загрязнение атмосферного воздуха промышленными предприятиями



■ тепловые электростанции

■ предприятия черной металлургии

■ предприятия цветной металлургии

■ предприятия нефтехимической промышленности

■ предприятия промышленности строительных материалов

■ предприятия химической промышленности

■ автотранспорт

Цветная металлургия

Pb

Zn

Co

Hg

Ni

F



Основные выбросы некоторых отраслей промышленности

Теплоэлектростанция

CO₂

CO

Оксиды серы

Углеводороды

Бензапирен

Оксиды азота

Твёрдые частицы



Источники загрязнения атмосферного воздуха:

Предприятия теплоэнергетики (котельные, ТЭЦ)

- К универсальным загрязнителям в первую очередь относятся **оксид углерода, сернистый газ** и другие **соединения серы, оксиды азота** и **пыль**.
- Причиной образования загрязняющих веществ служат процессы сжигания минерального топлива, прежде всего низких сортов каменного угля, обладающих значительной зольностью и содержащих большое количество серы.
- **Котельные** считаются более **экологически опасными**, так как обычно имеют устаревшее оборудование без систем очистки, более низкие КПД при сжигании угля, что приводит к недожогу топлива и выбросу более опасных веществ, например, бенз(а)пирена.

Предприятия теплоэнергетики (котельные, ТЭЦ)



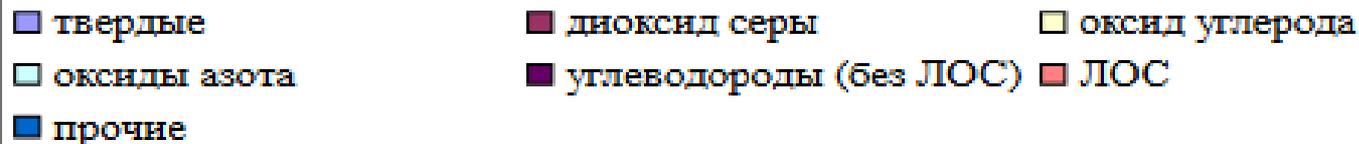
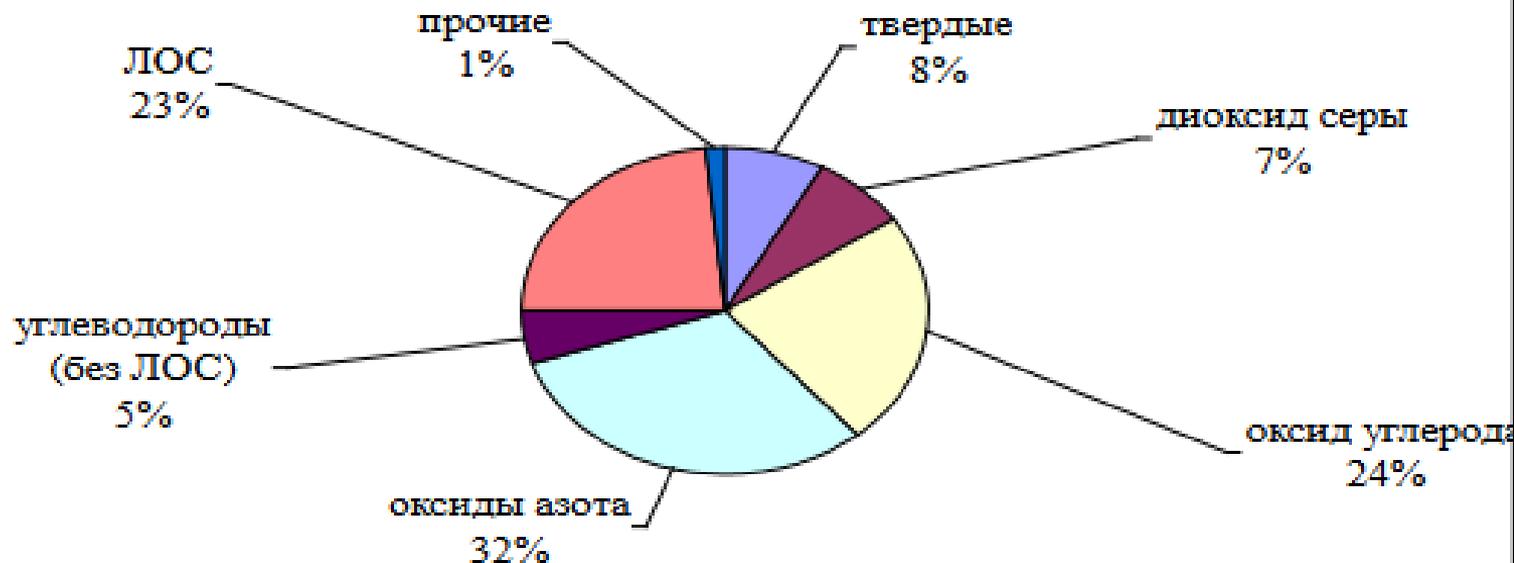
ТЭЦ — самый экологичный способ производства тепла.
Котельные наносят большой вред окружающей среде

Величина загрязнения атмосферы

ЗАВИСИТ ОТ:

1. Мощность производства.
2. Качество сжигаемого топлива.
3. Наличие и совершенство очистных сооружений, которые задерживают выброс.
4. Место расположение жилого массива по отношению к промышленному предприятию.
5. Погодные условия на конкретной территории.

Структура валовых выбросов вредных веществ в атмосферу Волгоградской области



Последствия загрязнения атмосферного воздуха

Воздействие на растительность – кислотные дожди. Отмечены случаи поражения хвойных и лиственных лесов в Карелии, Сибири и в других районах нашей страны. Воздействие кислотных дождей снижает устойчивость лесов к засухам, болезням, природным загрязнениям, что приводит к еще более выраженной их деградации как природных экосистем.



Последствия загрязнения атмосферного воздуха

Уменьшение прозрачности атмосферы и
ВИДИМОСТЬ В ЦЕЛОМ



Последствия загрязнения атмосферного воздуха

Увеличение количества туманных дней в году



Последствия загрязнения атмосферного воздуха

Разрушение многих предметов из металлов
(коррозия)



Последствия загрязнения атмосферного воздуха

Ухудшение состояния здоровья человека!!!



Типы критической погоды:

Штиль – скорость движения воздуха = 0



Типы критической погоды

Туман (токсический туман) –

высокое содержание водяных паров воздуха при резких колебаниях температуры



4 декабря 1952 года. Лондон. Безветрие.

Влияние токсических туманов на здоровье населения

Сильное загрязнение атмосферного воздуха при метеорологических условиях, затрудняющих рассеивание загрязнений, способно вызвать развитие острых интоксикаций.

Увеличение
числа случаев
смерти в период
токсических
туманов

Последствия токсических туманов

Место	Дата	Число смертельных исходов	Обращаемость
Маас (Бельгия)	Декабрь 1930 г	63	Несколько сотен человек
Донора (США)	Октябрь 1948 г.	20	43% населения, из них 10% в тяжелом состоянии
Лондон (Великобритания)	Декабрь 1952 г.	3900	
	Январь 1955 г.	240	
	Январь 1956 г.	1000	
	Декабрь 1956 г.	400	
	Декабрь 1957 г.	800	
	Январь 1959 г.	200	
	Декабрь 1962 г.	850	
Нью-Йорк (США)	Ноябрь 1953 г.	Отмечены во всех возрастных группах	
	Ноябрь 1962 г.	Отмечены в старших возрастных группах	
	Декабрь 1962 г.	То же	
	Ноябрь 1966 г.	То же	
Детройт (США)	Сентябрь 1952 г.	Отмечены у детей	
Осака (Япония)	Декабрь 1962 г.	60	

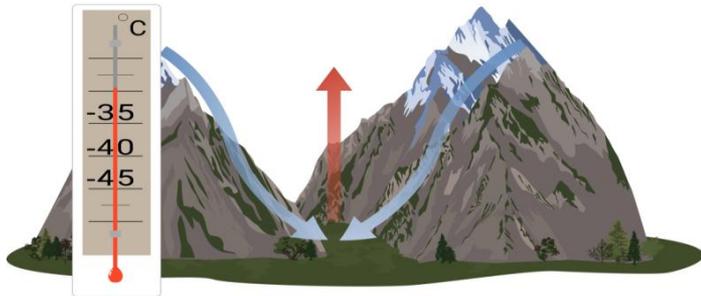
Основные причины смертельных случаев во время токсических туманов в Лондоне в 1952г.

Причина смерти	Количество смертных случаев	
	За неделю тумана	За предыдущую неделю
Туберкулёз лёгких	77	14
Рак лёгких	69	45
Инсульт	128	102
Коронарная болезнь	281	118
Дегенерация миокарда	244	88
Грипп	24	2
Пневмония	168	45
Бронхит	704	74
Прочие болезни органов дыхания	52	9

Типы критической погоды



Температурная инверсия – такая погода, при которой отсутствует вертикальный градиент (перепад) температуры



Температурная инверсия



Опускание холодного воздуха создаёт устойчивое состояние атмосферы.

Дым из трубы не может преодолеть опускающуюся воздушную массу

Типы критической погоды

- Снижение температуры воздуха с высотой происходит в среднем на $0,65\text{ }^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м. Эта величина называется *вертикальным температурным градиентом* атмосферы. Во **влажную безветренную погоду** этот градиент может изменяться, тогда теплый воздух остается у поверхности земли, вертикальные конвекционные воздушные потоки ослабевают. Токсичные выбросы предприятий накапливаются в приземном воздушном слое.

Типы критической погоды

Смог – фотохимический туман



Фотохимический туман

Фотохимический туман представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности **фотооксидантами**.



Фотохимический туман

Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенных условиях:

наличии в атмосфере высокой концентрации **оксидов азота**, **углеводородов** и других загрязнителей, интенсивной **солнечной радиации** и **безветрия** или очень слабого обмена воздуха в приземном слое. Устойчивая безветренная погода, обычно сопровождается **инверсиями**, необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ.

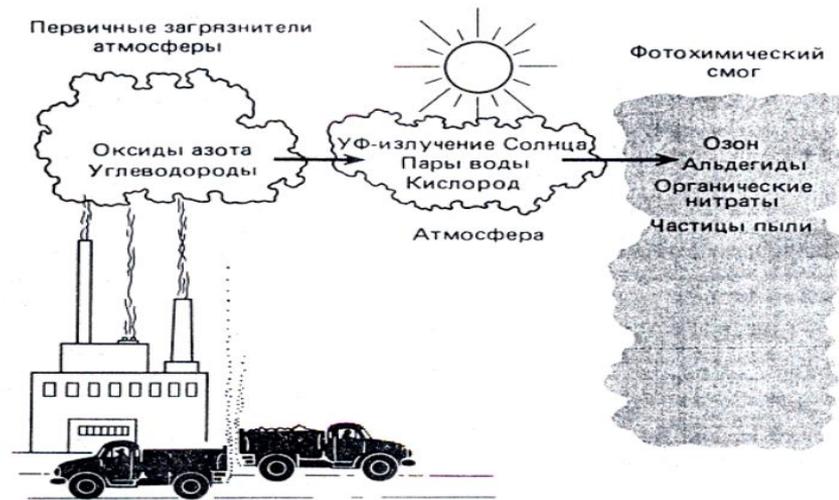


Рис. 2. Образование фотохимического смога

Такие условия создаются чаще в июне-сентябре

Фотохимический туман

При положительной ясной погоде **солнечная радиация** вызывает расщепление молекул **диоксида азота** с образованием **оксида азота и атомарного кислорода**.

Атомарный кислород с молекулярным кислородом дают **ОЗОН**.

В атмосфере концентрируются различные перекиси, которые в сумме и образуют характерные для фотохимического тумана оксиданты, последние являются источником так называемых **свободных радикалов**, отличающихся особой реакционной способностью.

Медицинские последствия загрязнения атмосферного воздуха

Индикаторные группы населения:

- дети дошкольного возраста;
- беременные женщины;
- старики;
- лица, работающие во вредных условиях труда;
- курильщики

Медицинские последствия загрязнения атмосферного воздуха

Ближайшие последствия

1. Рост заболеваний верхних дыхательных путей и лёгких
2. Рост хронических неспецифических дегенеративных заболеваний
3. Угнетение иммунитета до 30-40%
4. Антропогенный рахит
5. Поражение зубочелюстной системы
6. Заболевания глаз (конъюнктивиты)
7. Рост заболеваний кожи и п/жировой клетчатки



Отдаленные последствия

-мутагенный эффект

-гонадотоксический эффект

-канцерогенное действие химических
веществ

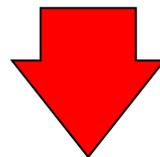
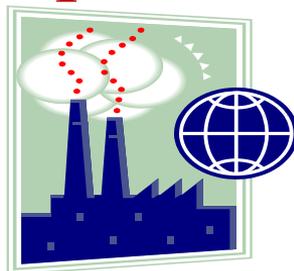
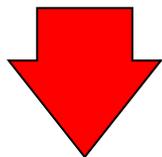
Болезнь «итай-итай»

- отравление людей, вызванное употреблением в пищу риса, содержащего соединения **кадмия**.
- Впервые была отмечена в 1950 году в японской префектуре Тояма
- Апатия, повреждение почек, размягчение костей и даже смерть.
- Источниками являются: сжигание ископаемого топлива на ТЭС, газовые выбросы промышленных предприятий, производство минеральных удобрений, красителей, катализаторов и т.д.
- К характерным «кадмиевым» болезням горожан относятся: гипертония, ишемическая болезнь сердца, почечная недостаточность, очень сильная боль в костях, суставах и позвоночнике, гипотония и гипотрофия мышц, патологические переломы и деформации костей.
- Правительство Японии официально признало, что болезнь вызвана загрязнением окружающей среды, в 1968 году.



Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье детей

Рост детей 9-10 лет
на 3,5-3,9 см ниже
средних показателей



Вес детей 9-10 лет
на 2,7-4 кг ниже
средних показателей

ВСЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕВЫШАЮТ ПДК В 2-3 РАЗА



Пыль



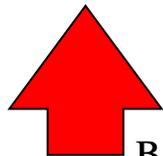
Оксид азота

H_2S

CO

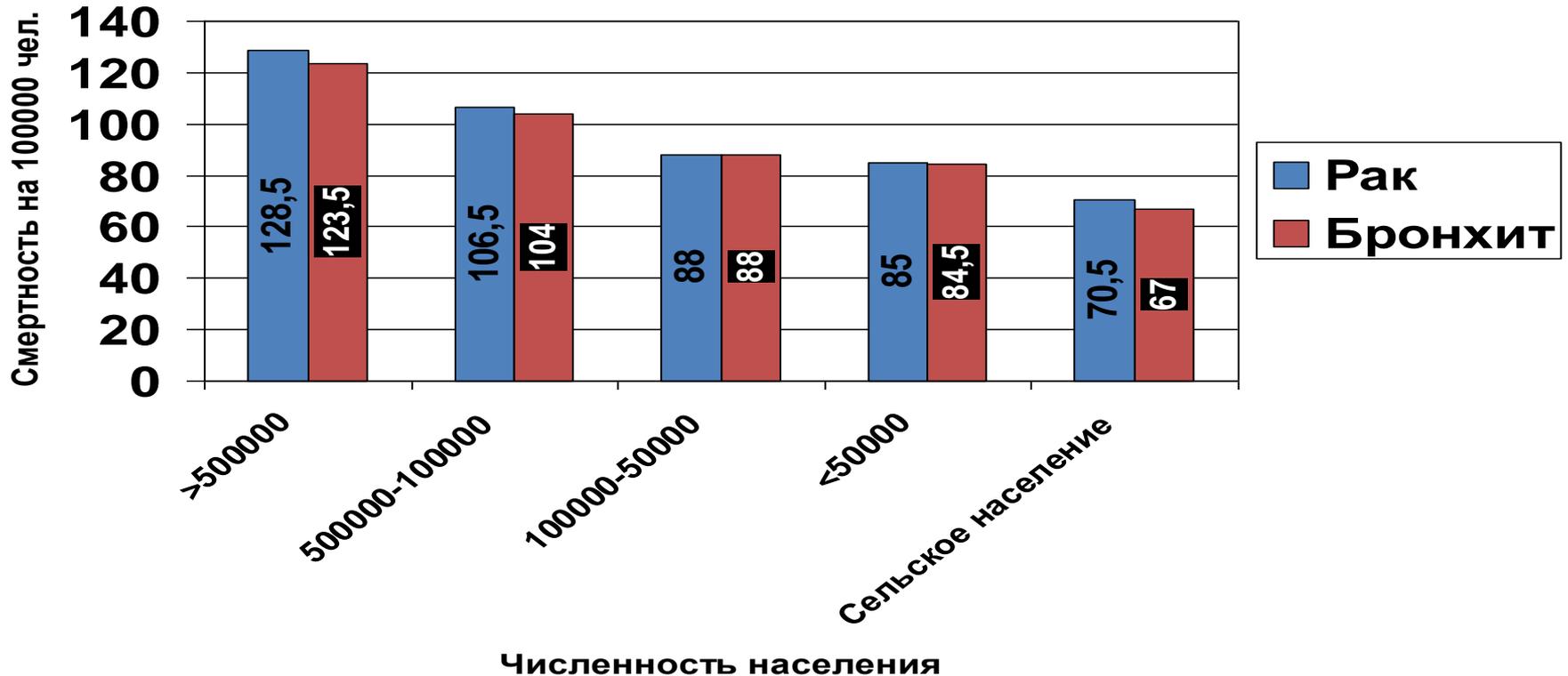
Сажа

Заболевания хронич. бронхитом,
Пневмонией, хронич. тонзилитом
В 2-2,4 раз выше среднего



Часто болеющие дети
в 2 раза больше среднего

Смертность от рака лёгких и бронхита в зависимости от величины населённого пункта



Согласно отчёту швейцарской компании IQ Air, в 2023 году воздух только семи государств (Австралия, Эстония, Финляндия, Гренада, Исландия, Маврикий и Новая Зеландия) соответствовал нормативам ВОЗ.

Самые грязные места планеты

Семь районов, где экологические проблемы оказывают наибольшее влияние на климат и жизнь людей

Чернобыль, Украина

- **Проблема:** радиоактивное загрязнение
- **Население:** 5 млн

Норильск, Россия

- **Проблема:** загрязнение тяжелыми металлами, загрязнение воздуха
- **Население:** 134 тыс.

Мумбаи, Индия

- **Проблема:** загрязнение воды и воздуха, промышленные отходы и мусор
- **Население:** 18 млн

Линфынь, Китай

- **Проблема:** угольные шахты, загрязнение воздуха
- **Население:** 4 млн

Мехико, Мексика

- **Проблема:** загрязнение воздуха
- **Население:** 15 млн

Дельта реки Нигер, Нигерия

- **Проблема:** нефтяное загрязнение реки
- **Население:** 31 млн

Дакка, Бангладеш

- **Проблема:** промышленные отходы и мусор, загрязнение воды
- **Население:** 12 млн



По данным Всемирного доклада о качестве воздуха за 2023 год, в общей сложности 124 (92,5%) из 134 стран и регионов превысили годовую норму ВОЗ по содержанию PM2.5 (среднегодовой показатель до 5 мкг/м³).

В пятёрку самых загрязнённых стран вошли **Бангладеш** (79,9 мкг/м³), **Пакистан** (73,7 мкг/м³), **Индия** (54,4 мкг/м³), **Таджикистан** (49,0 мкг/м³) и **Буркина-Фасо** (46,6 мкг/м³).

ТОП-10 самых грязных городов России



Норильск. Город на севере Красноярского края, главный источник загрязнения воздуха являются металлургические предприятия.

Магнитогорск. Уральский город, известный своими металлургическими предприятиями. Один из основных загрязнителей воздуха в городе — свинец.

Челябинск. Промышленный центр на Урале, известный машиностроительным, металлургическим и химическим производством. В 2020 году он был объявлен самым грязным городом в России.

Череповец. Город в Вологодской области, где есть крупный металлургический завод, который также является основным источником загрязнения воздуха.

Новокузнецк. Город в Кузбассе, где есть крупные угольные шахты и электростанции, выбрасывающие в атмосферу большое количество загрязняющих веществ.

Тольятти. Город в Самарской области, где есть крупный автомобильный завод, выбрасывающий в атмосферу большое количество загрязняющих веществ.

Основные направления охраны атмосферного воздуха

- Федеральный закон от 4 мая 1999 г. N 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха"



Уменьшение антропогенного загрязнения воздуха

Экозащитная техника и технологии



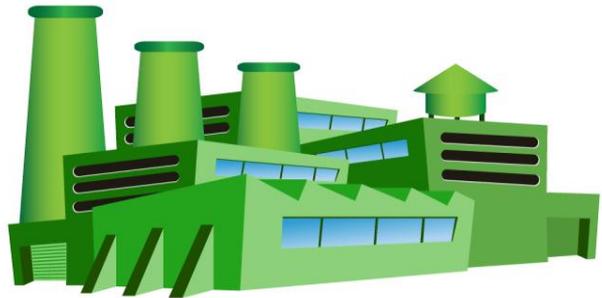
Направления инженерной защиты окружающей природной среды

Пути снижения вредного антропогенного воздействия промышленности на окружающую среду:

совершенствование, с точки зрения экологии, существующих технологических процессов;

создание малоотходных (в идеале - безотходных) производств;

очистка вредных выбросов, отравляющих атмосферу, гидросферу и почву.



Уменьшение и очистка выбросов в атмосферу

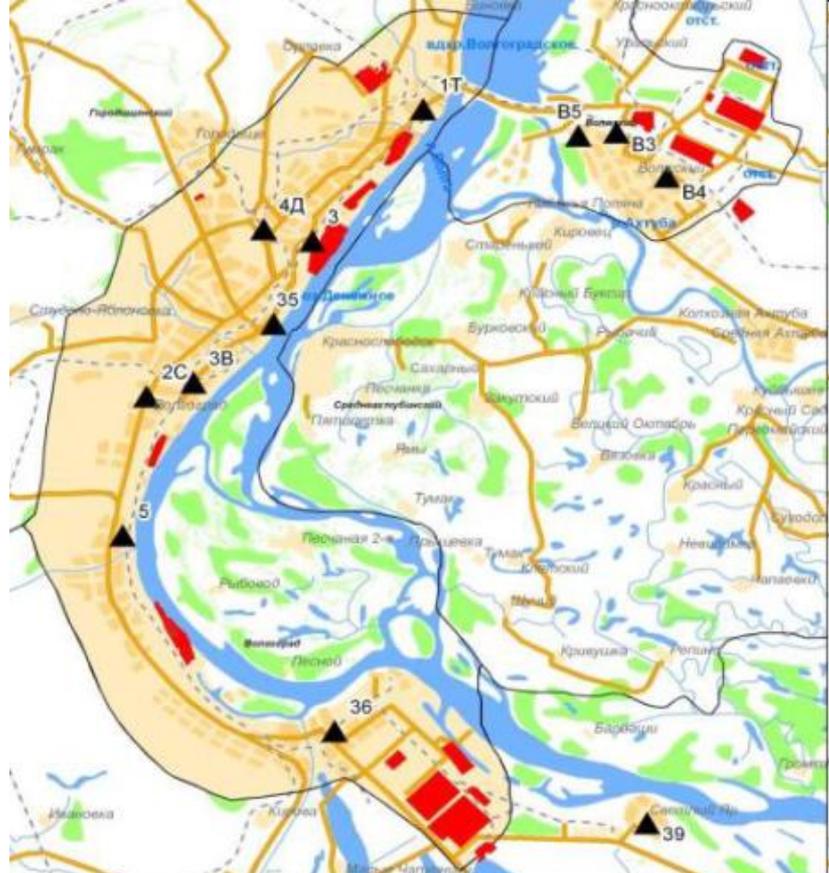
Для защиты воздушного бассейна от негативного антропогенного воздействия в виде загрязнения его вредными веществами используют следующие меры:

- *экологизацию технологических процессов;*
- *очистку газовых выбросов от вредных примесей;*
- *рассеивание газовых выбросов в атмосфере;*
- *устройство санитарно-защитных зон;*
- *архитектурно-планировочные решения и др.*



Для снижения негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду необходимо внедрение комплекса мероприятий в следующих направлениях:

- ✓ Повышение топливной экономичности и экологичности автомобилей в процессе эксплуатации;
- ✓ Совершенствование процессов смесеобразования и сгорания топлива;
- ✓ Совершенствование конструкции автомобилей с учётом последующей утилизации;
- ✓ Поддержание технического состояния автомобилей



**Стационарные посты наблюдения
Волгоградского центра по
гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды
и комитета природных ресурсов и
экологии Волгоградской
области**

Условные обозначения

- ▲ Стационарные посты
- Предприятия-ведущие источники загрязнения атмосферы
- Жилые кварталы
- Зеленые насаждения

Для снижения негативного воздействия на окружающую среду необходимо внедрение комплекса мероприятий в следующих направлений:

- ✓ Нейтрализация отработавших газов;
- ✓ Использование альтернативных видов топлива;
- ✓ Применение комбинированных энергоустановок и электромобилей;
- ✓ Организация дорожного движения и др.
- ✓ Использование различных компьютерных систем на борту автомобилей (считывает, обрабатывает и выводит на дисплей полезную информацию, например, расход топлива, остаток в баке, температуру воздуха в салоне и за бортом, неполадки автомобиля).

Законодательные мероприятия

- В Евросоюзе в 1992 году был принят экологический стандарт, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах - Евро-1. С течением времени стандарт заменялся и изменялся и в 2009 году Евросоюз принял Евро-5. Мы пытаемся идти тем же путем. Однако Евро-3, принятое в Европе в 1999, вступило в силу в России лишь с 1 января 2011 года.
- **Сейчас в России** на большинстве АЗС продают топливо **Евро-4**. Стандарты **Евро-5** и **Евро-6** пока выпускают только крупные концерны, например «Лукойл» и «Роснефть».
- **В Европе** обязательным к исполнению является стандарт **Евро-6**.

Основные отличия бензиновых стандартов Евро-4, Евро-5 и Евро-6:

Евро-4 считается устаревшим форматом, в странах ЕС уже не используется, но в России встречается повсеместно. Стандарт демонстрирует улучшенные характеристики по сравнению с Евро-3: в четвёртом поколении топлива доля вредных выбросов уменьшена на 40%.

Евро-5 содержит меньше серных компонентов, что положительно сказывается на работе ДВС: повышается КПД двигателя, силовые узлы защищены от нагара, улучшены характеристики впрыска. Ещё одна характеристика Евро-5 — гораздо более «чистый» выхлоп, в котором минимальное содержание сажи и азота.

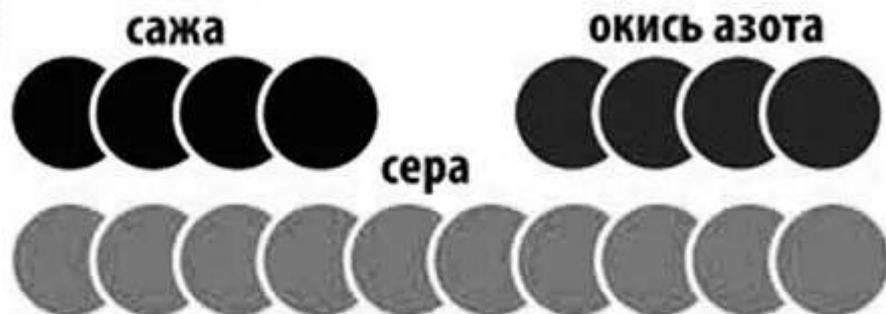
Евростандарт -6 содержит на 30–40% меньше серы, на 0,8% бензола, почти на 13% замедлен рост углеродных осадков на клапанах и других важных узлах. В целом, вредные выхлопы снижены на 10%.

При этом отличий у пятого и шестого стандартов для бензиновых двигателей почти нет, основные изменения коснулись дизельных моторов.

ЧЕМ ОТЛИЧАЕТСЯ ЕВРО-4 ОТ ЕВРО-5

Бензин

Евро-4



Евро-5



Технологические и санитарно-технические мероприятия

- ✓ Разработка и эксплуатация безотходных технологий.
- ✓ Основными мероприятиями проводимых предприятиями по охране атмосферного воздуха являются перевод ТЭЦ и котельных на сжигание природного газа, ввод и реконструкция газоочистного оборудования.
- ✓ Улучшение герметизации заводской аппаратуры; установка высоких труб.

Архитектурно-планировочные мероприятия

Включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами, сооружение автомобильных дорог в обход населенных пунктов и др.



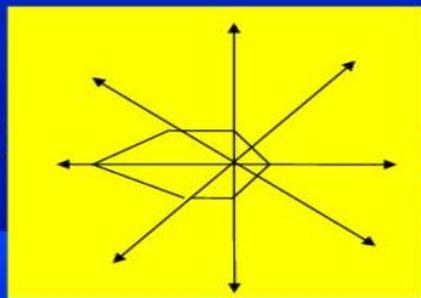
Архитектурно - планировочные

РОЗА ВЕТРОВ

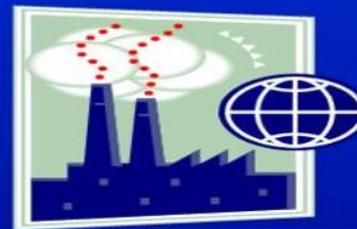


Наветренная
сторона

З



В



Подветренная
сторона

Ю



Роза ветров в Волгограде

- В течение года в Волгограде преобладают ветра западного восточного и северо-восточного направлений. В теплое время года – западный и северо-восточный, в холодное – западный и восточный

Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Год	34	38	67	43	25	52	72	33
Теплое время года	16	18	19	11	5	15	25	14
Холодное время года	12	14	28	18	11	24	32	12

Регламентация строительства предприятий, планирование городской застройки с учетом экологических соображений, озеленение городов и др. При строительстве предприятий необходимо придерживаться правил установленных законом и не допускать строительство вредных производств в городской черте



Санитарно-защитная зона — это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства (выбросы пыли и иные виды загрязнения среды)



Очистка газовых выбросов от вредных примесей

Сухие пылеуловители (циклоны, пылеосадительные камеры) предназначены для грубой механической очистки выбросов от крупной и тяжелой пыли.



Циклон



Пылеосадительные камеры

Мокрые пылеуловители (**скрубберы, турбулентные газопромыватели др.**) требуют подачи воды и работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхность капель под действием сил инерции и броуновского движения.



Скруббер



Газопромыватель

Фильтры (тканевые, зернистые) - способны задерживать мелкодисперсные частицы пыли до 0,05 мкм.

Электрофильтры – наиболее совершенный способ очистки газов от взвешенных в них частиц пыли размером до 0,01 мкм

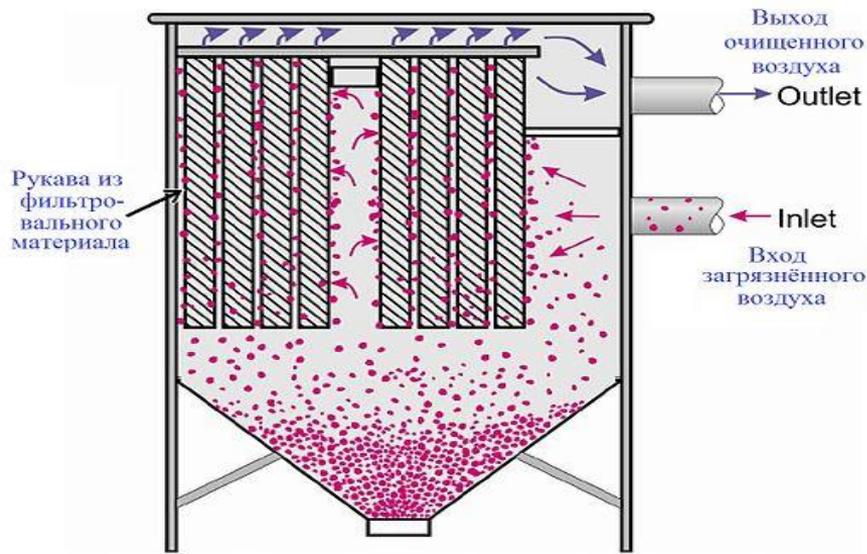


Рис. 1.16. Схема конструкции промышленного рукавного фильтра

Фильтр тканевый



Электрофильтр

Экологическое воспитание и образование

- Отсутствие элементарного экологического мышления особенно остро ощущается в настоящее время. Должны быть программы, через реализацию которых в детях с детства закладываются основы экологического мышления. Пока в России не появится поколение с полноценно сформированным экологическим сознанием, не будет заметно существенного прогресса в осмыслении и предупреждении экологических последствий деятельности человека.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!