**Лекция. Современное состояние и охрана атмосферы.**

**План лекции.**

1. Газовый состав атмосферы.
2. Баланс газов в атмосфере.
3. Влияние деятельности человека на газовый состав атмосферы.
4. Загрязнение атмосферы.
5. Последствия загрязнения и нарушения газового баланса атмосферы.
6. Меры по предотвращению загрязнения и охране атмосферного воздуха.
7. Правовые основы охраны атмосферы.
8. Мониторинг качества и степени загрязнения атмосферы.
   * + 1. **Газовый состав атмосферы**

***Атмосфера*** (от греч. *atmos* – пар и *sphaira* – шар) – газовая (воздушная) оболочка Земли, вращающаяся вместе с ней. Жизнь на Земле возможна до тех пор, пока существует атмосфера. Все живые организмы используют ее воздух для дыхания, атмосфера защищает их от пагубного воздействия космических лучей и температуры.

***Атмосферный воздух –*** это смесь газов, из которых состоит атмосфера Земли. Воздух не имеет запаха, прозрачен, его плотность – 1, 2928 г/л, растворимость в воде – 29,18 см³/л, в жидком состоянии приобретает голубоватую окраску.

Основными составными частями атмосферы являются азот, кислород, аргон и углекислый газ. Кроме аргона в малых концентрациях в воздухе содержатся другие инертные газы (табл.).

Таблица

**Газовый состав атмосферы**



В атмосферном воздухе всегда находятся пары воды (примерно 3-4%) и твердые частицы - пыль.

По газовому составу вся атмосфера Земли подразделяется на нижнюю (до 100 км) – ***гомосферу***, имеющую состав, сходный с приземным воздухом и верхнюю – ***гетеросферу*** – с неоднородным химическим составом.

Через атмосферу осуществляется обмен веществ между Землей и космосом: Земля получает космическую пыль и метеориты, а теряет самые легкие газы – водород и гелий. Атмосфера пронизана мощной солнечной радиацией, которая определяет тепловой режим планеты, вызывает диссоциацию молекул атмосферных газов и ионизацию атомов. Обширная разреженная верхняя часть атмосферы состоит преимущественно из ионов.

Атмосфера – один из основных метеорологических и климатообразующих факторов. Климатическая система включает атмосферу, океан, поверхность суши, криосферу и биосферу. С атмосферой связаны циркуляционные процессы переноса влаги и тепла, циклоническая деятельность.

* + - 1. **Баланс газов в атмосфере**

Наибольшее значение для живых организмов имеет относительно постоянный состав атмосферного воздуха в тропосфере.

**Естественные процессы, воздействующие на состав атмосферы.** Баланс газов в атмосфере поддерживается за счет постоянно идущих процессов поступления газов в атмосферу и их использования живыми организмами.

***Азот*** выделяется при извержениях вулканов и землетрясениях, разложении органических соединений. Изъятие азота из воздуха происходит благодаря деятельности клубеньковых бактерий.

***Кислород*** – один из важных компонентов атмосферы. В живых организмах в результате химического взаимодействия веществ с кислородом выделяется энергия, необходимая для жизнедеятельности. Около 3,5 – 4 млрд. лет назад содержание кислорода в атмосфере было в 1 000 раз меньше, чем в настоящее время, так как не было зеленых растений. Современное соотношение кислорода и диоксида углерода обусловлено жизнедеятельностью живых организмов. В результате фотосинтеза зеленые растения поглощают диоксид углерода (углекислый газ) и выделяют кислород, который используется для дыхания всеми живыми организмами. При дыхании поглощается кислород и выделяется углекислый газ. Естественные процессы потребления углекислого газа и кислорода и их поступления в атмосферу хорошо сбалансированы.

**3. Влияние деятельности человека на газовый состав атмосферы**

Под влиянием деятельности людей происходит изменение баланса азота в атмосфере. Заметно увеличилось связывание азота при производстве азотных удобрений. Предполагают, что объем промышленной фиксации азота в ближайшее время значительно возрастет и превысит его поступление в атмосферу: согласно прогнозам производство азотных удобрений будет удваиваться каждые 6 лет, чем будут обеспечены растущие потребности сельского хозяйства, пропорционально этому возрастает изъятие азота из атмосферы. Нерешенной остается проблема компенсации изъятия азота из воздуха.

Однако из-за большого общего количества азота в атмосфере промышленное потребление этого газа в настоящее время не оказывает существенного влияния на его баланс. Более серьезна проблема баланса кислорода и углекислого газа.

С развитием промышленности и транспорта атмосферный кислород во все возрастающих объемах используется на процессы горения. Например, за один трансатлантический рейс современный реактивный самолет сжигает 35 т кислорода. Легковой автомобиль за 1,5 тыс. км пробега расходует суточную норму кислорода одного человека (в среднем человек потребляет в сутки 500 л кислорода, пропуская через легкие 12 т воздуха). По подсчетам специалистов, на сгорание разнообразных видов топлива в настоящее время требуется от 10 до 25% кислорода, производимого зелеными растениями. Уменьшается поступление кислорода в атмосферу из-за сокращения площадей лесов, саванн, степей и увеличения площадей пустынных территорий, городов, протяженности транспортных магистралей. Сокращается число продуцентов кислорода среди водных растений из-за загрязнения рек, озер, морей и океанов. Полагают, что в ближайшие 150-180 лет количество кислорода в атмосфере сократится на треть по сравнению с современным его содержанием.

Увеличение использования запасов кислорода происходит одновременно с эквивалентным ростом выделения диоксида углерода в атмосферу. По данным ООН, за последние 100 лет количество углекислого газа в атмосфере Земли увеличилось на 10 - 15 %. Если намеченная тенденция сохранится, то в третьем тысячелетии количество СО2 в атмосфере может возрасти на 25 %, т.е. с 0,0324 до 0,04 % объема сухого атмосферного воздуха.

Некоторое увеличение концентрации диоксида углерода в атмосфере сказывается положительно на продуктивности сельскохозяйственных растений. Так, насыщение воздуха теплиц углекислым газом повышает урожайность выращиваемых в них овощей за счет интенсификации процесса фотосинтеза. Однако увеличение концентрации СО2 в атмосфере приводит к возникновению сложных глобальных проблем.

1. **Загрязнение атмосферы**

Источники загрязнения атмосферы могут быть естественными (связанными с природными явлениями) и искусственными (антропогенными).

**Естественные источники загрязнения атмосферы.** Извержения вулканов, лесные пожары, пыльные бури, процессы выветривания, разложение органических веществ вызывают загрязнение атмосферного воздуха.

*Извержения вулканов* сопровождаются выбросом в атмосферу огромного количества газов, паров воды, твердых частиц, пепла и пыли. После прекращения извержения общий баланс газов в атмосфере постепенно восстанавливается. Так, в результате извержения вулкана Кракатау в 1883 г. в атмосферу было выброшено около 150 млрд. т пыли и пепла. Мелкие пылевые частицы держались в верхних слоях атмосферы в течение нескольких лет.

Вот как очевидец описывает это извержение: «Над Кракатау поднялась черная туча высотой около 27 км. Взрывы продолжались всю ночь и были слышны на расстоянии 160 км от вулкана. Газы, пары, обломки, песок и пыль поднялись на высоту 70-80 км и рассеялись на площади свыше 827 000 км²».

При извержениях вулкана Катмай на Аляске в 1912 г. было выброшено в воздух около 20 млрд. т пыли, которая долго держалась в атмосфере. Извержение вулкана Пинатубо на Филиппинах в 1991 г. сопровождалось выбросами в атмосферный воздух диоксида серы. Его количество составило более 20 млн. т.

При извержении вулканов происходит тепловое загрязнение атмосферы, так как в воздух выбрасываются сильно нагретые вещества. Температура их, в том числе паров и газов, такова, что они сжигают все на своем пути.

*Крупные лесные пожары* существенно загрязняют атмосферу. Чаще всего они возникают в засушливые годы. В России наиболее опасны пожары в Сибири, на Дальнем Востоке, Урале, в республике Коми. В среднем за год площадь, пройденная пожарами, составляет около 700 тыс. га. В засушливые годы она может достигать 1 – 1,5 млн. га (1915 г.). Дым от лесных пожаров распространяется на огромные площади – около 6 млн. км². Памятны для жителей Подмосковья летние месяцы 1972, 2002, 2005 гг., когда воздух был сизым от дыма пожаров, а видимость на дорогах не превышала 20-30 м. Горели леса и торфяники. В среднем за год прямой ущерб от лесных пожаров составляет 200-250 млн. долл., сгорает и повреждается на корню до 20-25 млн. м³ древесины.

*Пыльные бури* возникают в связи с переносом сильным ветром поднятых с земной поверхности частиц почвы. Смерчи и ураганы поднимают и крупные обломки пород, но они долго в воздухе не держатся. При сильных пыльных бурях в атмосферный воздух поднимается до 50 млн. т пыли. Причины пыльных бурь – засуха, суховеи, интенсивная распашка, выпас скота, уничтожение лесов. Наиболее часты пыльные бури в степных, полупустынных и пустынных районах. В Южной России катастрофические пыльные бури возникали в 1928, 1960, 1969, 1989 гг.

Катастрофические явления, связанные с извержением вулканов, лесными пожарами и пыльными бурями, приводят к образованию светозащитного экрана вокруг Земли, который несколько изменяет тепловой баланс планеты. В целом эти явления имеют заметный, но локальный эффект в отношении загрязнения атмосферы. Совсем незначительный, местный характер носит загрязнение атмосферного воздуха, связанное с выветриванием и разложением органических веществ.

**Искусственные источники загрязнения атмосферы.** К искусственным (антропогенным) источникам загрязнения атмосферы относятся промышленные и теплоэнергетические предприятия, транспорт, системы отопления жилищ, сельское хозяйство, бытовые отходы. Искусственное загрязнение наиболее опасно для атмосферы. Оно способствует поступлению в атмосферный воздух инородных, не свойственных ему в естественных условиях веществ. По агрегатному состоянию все загрязняющие вещества антропогенного происхождения подразделяются на твердые, жидкие и газообразные, причем последние составляют около 90 % общей массы выбрасываемых в атмосферу искусственных загрязняющих веществ.

*Промышленное загрязнение воздуха* в крупных индустриальных центрах многих европейских стран уже более двух столетий вызывает серьезные опасения. Длительное время эти загрязнения носили локальный характер. В то время, когда промышленных предприятий, заводов и фабрик было немного, дым и копоть загрязняли сравнительно небольшие участки атмосферы и легко разбавлялись массой чистого воздуха. Однако быстрый рост промышленности и развитие транспорта в ХХ – начале ХХI вв. приводят к тому, что выброшенные в воздух вещества не успевают рассеяться к моменту поступления в атмосферу новой порции загрязняющих веществ. Увеличение их концентрации становится причиной вредных и даже фатальных последствий для биосферы.

В промышленных городах и городских агломерациях атмосферный воздух загрязнен значительно сильнее, чем на прилегающих территориях.

Особое место среди источников загрязнения атмосферы занимает химическая промышленность. Она поставляет диоксид серы, сероводород, оксиды азота, углеводороды, галогены и др. Для химической промышленности характерна высокая концентрация предприятий, что способствует значительному загрязнению окружающей среды. Вещества, выделяемые в атмосферу, могут вступать в химические реакции друг с другом, образуя высокотоксичные соединения. Часто образуется озон в концентрациях, во много раз превосходящих уровень, нормальный для воздуха у поверхности Земли, что опасно для жизни живых организмов.

*Выбросы автомобильного транспорта* с каждым годом вносят все больший вклад в загрязнение атмосферы. В США 60 % загрязнения атмосферы связано с транспортом. Особенно велика доля автотранспорта в загрязнении воздушного бассейна крупных городов. Так, в Москве на него приходится более 75 % выбросов в атмосферу. В ряде городов доля выбросов автотранспорта на фоне снижения выбросов от промышленных предприятий еще выше: в Батайске – 86 %, Ростове-на-Дону – 88 %. Определяющая доля выбросов приходится на грузовые автомобили и легковые индивидуального пользования.

В России годовой объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от транспорта составляет 16,5 млн. т в год (или около 47 % общего количества выбросов), в том числе от автотранспорта – 13,5 млн. т (около 82 % общего количества выбросов от транспорта). В ряде регионов на долю транспорта приходится более половины выбросов: 55 % - в Приморском крае, 63 % - в Тверской области, 70 % - в Пензенской области.

С выхлопными газами в воздух попадают угарный газ, оксиды азота, углеводороды, свинец и его соединения. Тетраэтилсвинец (ТЭС) – Pb(C2H5)4 добавляют к дизельному топливу и бензину для снижения детонации и повышения КПД двигателей внутреннего сгорания. При сгорании 1 л такого (этилированного) бензина в воздух попадает 200-400 мг свинца. С начала 1930-х гг., когда в топливо стали добавлять ТЭС, авиационные, автомобильные, судовые и тепловозные двигатели стали выбрасывать в воздух свинец во все возрастающем количестве. На 70-80 % эти выбросы состоят из частиц менее 1 мкм. Известно, что воздух в городах содержит свинца в 20 раз больше, чем в сельской местности. С середины 1990-х гг. в России производство этилированного бензина стало быстро сокращаться, во многих городах его использование запрещено.

В целом в атмосферу Земли ежегодно выбрасывается в среднем более 400 млн. т четырех главных поллютантов (загрязнителей): диоксида серы, оксидов азота, оксидов углерода и твердых частиц.

Опасно загрязнение воздуха *хлорфторметанами* или *фреонами.* Широкое использование фреонов в холодильных установках, в производстве аэрозольных баллонов приводит к появлению их на больших высотах, в стратосфере и мезосфере. Высказываются опасения относительно возможности взаимодействия озона с галогенами, которые выделяются из фреонов под действием ультрафиолетового излучения, что вызывает разрушение озонового слоя, защищающего Землю от коротковолнового ультрафиолетового излучения, опасного для всего живого. Разрушение озонового слоя было замечено в начале 1980-х гг. Выбросы фреонов в мире в конце 1980-х гг. достигали 1,4 млн. т в год. Разрушают озоновый слой полеты сверхзвуковых самолетов и космических аппаратов.

Особенно опасно для людей, животных и растений *радиоактивное загрязнение атмосферы.* Источники радиоактивного загрязнения в основном имеют техногенное происхождение: экспериментальные взрывы атомных, водородных и нейтронных бомб; различные производства, связанные с изготовлением ядерного оружия и ядерного топлива, переработкой и захоронением радиоактивных отходов; атомные реакторы и электростанции; другие предприятия, где используются радиоактивные вещества. Радиоактивное загрязнение может происходить как в процессе штатной работы этих предприятий, так и при авариях. Естественные источники радиоактивного загрязнения атмосферы связаны с выходами на поверхность урановых руд и горных пород, имеющих повышенную природную радиоактивность (граниты, пегматиты, гранодиориты).

В настоящее время радиоактивное загрязнение атмосферного воздуха над территорией России определяется повышенным радиационным фоном, который создан в результате проводившихся ранее ядерных испытаний и радиоактивных выбросов после катастрофических аварий, случившихся в 1957 г. на военном производственном объединении (ПО) «Маяк» (Челябинская область) и в 1986 г. на Чернобыльской АЭС (Украина). На ПО «Маяк» в результате взрыва емкости с жидкими радиоактивными отходами, вызванного неисправностью системы охлаждения, на высоту до 2 км были выброшены радиоактивные вещества с общей активностью 74·1015 Бк, что сопоставимо со взрывом ядерной бомбы, брошенной на Хиросиму. Радиоактивные вещества после аварии на ПО «Маяк» загрязнили 23 тыс. км² земли в Челябинской, Свердловской и Тюменской областях с населением 270 тысяч человек. В 1967 г. на ПО «Маяк» снова произошло загрязнение атмосферы в результате разноса ветром радиоактивной пыли с берегов обнажившегося после засухи дна озера Карачай – технического водоема ПО «Маяк», в который сбрасывались среднеактивные отходы. Радиоактивные илы были рассеяны на расстояние до 75 км от озера.

Различного рода утечки и неконтролируемые выбросы на предприятиях обычно незначительно изменяют радиологическую обстановку и носят локальный характер. Однако радиоактивное загрязнение, вызванное взрывом 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС в 1986 г., в той или иной степени затронуло территории 20 государств. Только в наиболее пострадавших Белоруссии, Украине и России загрязнению цезием-137 с плотностью выпадений свыше 3,7·1010 Бк/м² подверглась территория площадью 131 тыс. км² с населением 4 млн. чел. Радиоактивные осадки выпали на расстоянии более 2 тыс. км от места аварии.

Содержание радионуклидов в атмосферном воздухе над территорией России в 1992-1998 гг. практически не менялось: объемная активность по ß-излучению составляла 18,9 ·10-5 – 20,4·10-5 Бк/м³, по цезию – 0,05·10-5 - 0,11·10-5 Бк/м³, по стронцию – 1,29·10-7 – 2,5·10-7 Бк/м³ и т.д.

К зонам радиоактивного загрязнения отнесено 14 субъектов Российской Федерации: Белгородская, Брянская, Воронежская, Калужская, Курская, Ленинградская, Липецкая, Орловская, Пензенская, Рязанская, Тамбовская, Тульская, Ульяновская области, республика Мордовия.

Наибольшее загрязнение атмосферы происходит при взрывах ядерных устройств, которые приводят к образованию долгоживущих радиоактивных изотопов. Наиболее опасные изотопы – стронций-90 (период полураспада 25 лет) и цезий-137 (период полураспада 33 года).

Радиоактивные вещества распространяются не только воздушным путем. В миграции радиоактивных элементов большую роль играют цепи питания: из воды эти элементы поглощаются планктоном, который служит пищей для рыб, их, в свою очередь, поедают хищные рыбы, рыбоядные птицы и звери и т.д.

*Смоги, кислотные дожди* – результат особенно сильного загрязнения атмосферы различными веществами искусственного происхождения в промышленно - городских агломерациях. Крупнейшие города мира страдают от смогов ( от англ. *smoke –* дым и *fog –* туман)*.* Принято различать смог лондонского и лос-анджелесского (фотохимического) типов.

Причиной образования смога лондоского типа служат высокие концентрации в воздухе сернистого газа (диоксида серы, SO2), пылевых частиц и тумана. Главный источник загрязнения – сжигание угля и мазута.

В декабре 1952 г. за 4 дня, в течение которых над Лондоном держался смог, погибли 4 тыс. человек – столько же, сколько во время эпидемии холеры в 1854 г. Сам по себе туман не опасен для человеческого организма. Он становится вредным, когда сильно загрязнен ядовитыми примесями. В лондонском смоге такой токсической примесью был диоксид серы, концентрация которого достигала 5 – 10 мг/м³.

Диоксид серы образуется при сгорании угля и некоторых видов нефти, содержащих серу. Во влажном воздухе SO2 окисляется и, соединяясь с водой, образует серную кислоту. Выпадая с дождем на землю или удерживаясь в атмосфере с капельками тумана, она разъедает легкие человека и животных, металлы, краски, камни. Происходит преждевременный износ мостов, зданий, порча скульптур. Диоксид серы – один из наиболее опасных для растений загрязнителей атмосферы. Выпадая на землю, так называемые кислотные дожди губят растения, нарушают естественные процессы в наземных и водных экосистемах за счет изменения кислотности (рН).

Фотохимический смог (лос-анджелесский) возникает в результате фотохимических реакций, протекающих под действием коротковолновой (ультрафиолетовой) солнечной радиации на газовые выбросы. Обязательным условием образования смога служит высокая концентрация оксидов азота, углеводородов, галогенов и других соединений, интенсивная солнечная радиация (солнечная погода) и безветрие. В процессе фотохимических реакций возникают новые вещества, более ядовитые, чем сами выбросы. Основные компоненты фотохимического смога – фотооксиданты: озон, оксиды азота, нитриты, нитраты, углеводороды, фенолы и т.д. Эти вещества в незначительном количестве всегда присутствуют в воздухе больших городов, но в фотохимическом смоге их концентрации намного превышают предельно допустимые концентрации (ПДК).

Лос-анджелесский смог может возникать при более низких концентрациях загрязнителей и в более сухом, чем в Лондоне, воздухе (влажность около 70%). Для него характерна желто-зеленая или синеватая дымка. Основная причина образования фотохимического смога – сильное загрязнение городского воздуха выбросами предприятий химической промышленности и транспорта, особенно выхлопными газами автомобилей. В Лос-Анджелесе ежедневно скапливается свыше 4 млн. автомобилей, выбрасывающих в воздух около 1 тыс. т оксидов азота в сутки.

В настоящее время смог представляет большую опасность для жителей многих городов. При фотохимическом смоге появляется неприятный запах, резко ухудшается видимость. Погибают домашние животные. У людей этот смог вызывает раздражение глаз, слизистых оболочек носа и горла, появляются симптомы удушья, обостряются хронические легочные и сердечно-сосудистые заболевания. Смог оказывает вредное влияние на растения (многие из них погибают), способствует коррозии строительных материалов, растрескиванию лакокрасочных покрытий, резиновых и синтетических изделий, вызывает порчу одежды. Из-за плохой видимости нарушается работа транспорта, увеличивается число аварий.

Явно выраженный фотохимический смог в Лос-Анджелесе бывает более 60 дней в году. Фотохимическому смогу подвержены многие крупные города: Нью-Йорк, Чикаго, Бостон, Детройт, Токио, Милан. Резко возросла опасность возникновения фотохимического смога в крупных городах России в связи с быстрым ростом числа автомобилей.

*Тепловое загрязнение атмосферы* возникает в промышленных центрах и крупных городах. Атмосфера подвергается тепловому загрязнению в связи с тем, что в нее поступают вещества с более высокой температурой, чем окружающий воздух. Температура выбросов обычно выше средней многолетней температуры приземного слоя воздуха. Из труб промышленных предприятий, выхлопных труб двигателей внутреннего сгорания, при отоплении домов, лесных пожарах выделяются вещества, нагретые до 60 ºС и более. Среднегодовая температура атмосферного воздуха над крупными городами и промышленными центрами на 6-7 ºС выше температуры воздуха прилегающих территорий. Специалисты отмечают, что в последние 25 лет ХХ века средняя температура тропосферы поднялась на 0,7 ºС.

*Шум* стал фактором социального значения. Слабые шумы до 30 дБ (шелест листвы, тихая музыка, шум прибоя) действуют на человека успокаивающе. Шум 90-120 дБ (от автотранспорта, метро, реактивных самолетов, строительных механизмов, громкой музыки) раздражает, приводит к разрушению нервных клеток, возникновению опасных психических заболеваний. От длительного воздействия шума развиваются нарушения и потеря слуха, паталогические изменения в вегетативной нервной системе, расстройство периферического кровообращения, гипертония. Шум 80 дБ снижает работоспособность, увеличивает колебания артериального давления, резко ухудшает ориентацию в пространстве и восприятие происходящего. Допустимые верхние пределы шума в России в соответствии с действующими нормами составляют: для больничных палат и санаториев – 35 дБ; жилых квартир, учебных заведений, аудиторий – 40 дБ; стадионов и вокзалов – 60 дБ. Ограничительные нормы внешнего шума для транспортных средств – 80 – 85 дБ. Они, к сожалению, не соблюдаются в метро, где шум отходящего состава достигает 100 – 110 дБ.

*Электромагнитное загрязнение* связано с работой приборов и оборудования, вырабатывающих электрические и магнитные поля. В настоящее время проводятся специальные медико-биологические исследования, направленные на выявление влияния таких полей на здоровье человека.

1. **Последствия загрязнения и нарушения газового баланса атмосферы**

Загрязнение воздуха оказывает вредное воздействие на организм человека, животных и растительность, наносит ущерб народному хозяйству, вызывает глубокие изменения в биосфере.

**Влияние загрязненного воздуха на человека.** Это влияние может быть как прямым, так и косвенным. Прямое влияние выражается в том, что загрязнители в виде газов и пыли попадают вместе с вдыхаемым воздухом в организм и непосредственно действуют на него, вызывая отравления и различные заболевания. Среди соединений серы наиболее токсичен для человеческого организма ее диоксид (SO2). При увеличении его концентрации в окружающем воздухе повышается вероятность сердечно - сосудистых и легочных заболеваний. Бронхиальная астма – наиболее частое заболевание у людей, дышащих воздухом с повышенным содержанием диоксида серы. Установлена тесная связь повышенной смертности от бронхитов с повышенной концентрацией диоксида серы в воздухе.

Угарный газ (СО), соединяясь с гемоглобином крови, вызывает отравление организма, малые его концентрации способствуют отложению липидов на стенках кровеносных сосудов, ухудшая их проводимость. Оксиды азота (NO, NO2) отрицательно влияют на эпителий органов дыхания, вызывая отеки. При длительном их воздействии на человеческий организм нарушается деятельность центральной нервной системы. Отрицательно действуют на нервную систему соединения свинца. Проникая через кожу и накапливаясь в крови, свинец снижает активность ферментов, участвующих в насыщении крови кислородом. Это нарушает нормальные обменные процессы.

Прямое вредное влияние на организм человека оказывает воздух, насыщенный пылью разнообразного происхождения – частицами горных пород, почвы, сажи, золы. Общее количество пыли, ежегодно поступающей в атмосферу Земли, оценивается в 2 млрд. т, причем антропогенные аэрозоли составляют 10 – 20%.

При длительном вдыхании запыленного воздуха у людей и домашних животных возникает болезнь, получившая название «пыльная пневмония».

Запыленность воздуха в городах оказывает и косвенное вредное воздействие. С увеличением запыленности атмосферы над крупными городами снижается прямая солнечная радиация. В их центрах суммарная солнечная радиация на 20 - 50 % ниже, чем в пригородах. В запыленном воздухе резко возрастает число ядер конденсации воды, поэтому количество туманных и облачных дней в крупных городах в несколько раз больше, чем за их пределами.

Чрезвычайно опасно радиоактивное загрязнение атмосферы, так как радионуклиды с воздухом попадают в организм и за счет ионизирующего излучения поражают жизненно важные органы человека.

Перечень вредных веществ, появляющихся в атмосферном воздухе, и описание их негативного влияния на здоровье людей можно было бы продолжить. Однако сказанного выше достаточно, чтобы понять, насколько опасно для человека антропогенное загрязнение атмосферы и важно соблюдение правил и норм по ее охране.

**Влияние загрязненного воздуха на растения и животных.** Загрязненность атмосферы отрицательно сказывается на растительности городов и их окрестностей. Особенно большой вред растениям приносит присутствие в воздухе диоксида серы, фтора, хлора, их соединений, других окислителей, угарного газа и т.д. Промышленные газы воздействуют на ассимилирующий аппарат зеленых растений, разрушают их корневую систему, цитоплазму и хлоропласты, угнетают деятельность устьиц, в 1,5 – 2 раза снижая интенсивность транспирации, фотосинтеза. Особенно подвержены вредному воздействию загрязнителей атмосферы хвойные деревья: сосна, ель пихта, кедр, которые первыми погибают от загрязнения атмосферы в крупных промышленных районах.

Отрицательное влияние на растения оказывают загрязнения, связанные с деятельностью предприятий цветной металлургии и производством кислот. В окрестностях заводов, производящих серную кислоту и алюминий, гибнут сады и виноградники, около свинцово-цинковых комбинатов – посевы и т.д.

Вблизи цементных заводов от очень мелкой пыли погибают плодовые деревья и кустарники.

Загрязнение воздуха сопровождается образованием устойчивых загрязнений воды и почвы, вредные вещества аккумулируются в растениях. Параметры очагов загрязнения различны. В Канаде в 1970 – 1980 гг. вокруг металлургического комплекса Садбери, в воздушных выбросах которого содержался диоксид серы, вся растительность была уничтожена на площади около 60 км². Токсичные газопылевые выбросы промышленных предприятий центральной части Великобритании, Рурского бассейна и некоторых других районов Центральной Европы достигают Скандинавских стран, и кислотные дожди вызывают (особенно в южной части Норвегии) деградацию лесной растительности на обширных территориях, гибель рыб и других водных животных во многих озерах.

Концентрация загрязнителей в живых организмах возрастает по цепям питания (т. е. от растений к растительноядным животным и хищникам), в окрестностях химических заводов она в организмах животных в десятки раз выше, чем в окружающем воздухе.

**Глобальные загрязнения и изменение газового баланса атмосферы.** Наряду с локальным загрязнением атмосферы над городами все большую тревогу вызывает проблема ее глобального загрязнения. Распространяясь воздушными течениями, загрязнения вызывают нарушения глобального характера, оказывают воздействие на всю биосферу. Важнейшим в настоящее время является вопрос об увеличении в атмосфере диоксида углерода и пыли.

За последние 100 лет за счет сжигания ископаемого топлива в атмосферу поступило дополнительно 400 млрд. т СО2. Содержание диоксида углерода в атмосфере возросло также за счет лесных и степных пожаров. В то же время поглощение СО2 из атмосферы основными его потребителями – лесными растениями и фитопланктоном Мирового океана – сократилось за счет уменьшения площадей лесов, гибели фитопланктона. В результате этого поступление углерода в атмосферу стало превышать его потребление растениями. Ежегодный прирост количества СО2 в атмосфере составляет около 14 млрд. т.

Возрастание концентрации диоксида углерода ( так же как метана и оксида азота) в атмосфере усиливает «парниковый эффект», так как СО2 хорошо пропускает к поверхности Земли коротковолновые лучи солнечного света, которые ее нагревают, и задерживает длинноволновое тепловое излучение, испускаемое нагретой поверхностью планеты. Поэтому, чем выше концентрация СО2 в атмосфере, тем меньше тепла рассеивает Земля и тем выше средняя температура у земной поверхности. Потеплению климата Земли также способствует поступление тепла в атмосферу за счет сжигания нефтепродуктов, угля, торфа, работы разнообразных двигателей. Повышение средних температур на земном шаре может вызвать существенные изменения в ходе естественных природных процессов. Например, известно, что повышение средних температур приземного слоя воздуха в 1930-е гг. на 0,4 ºС сопровождалось сокращением площади льдов в Арктике на 10% сильными засухами во многих странах, сдвигами границ ландшафтных зон до 200 км к северу.

Противоположно на климат влияет запыленность атмосферы. Пылевые частицы, скапливаясь в верхних слоях атмосферы, отражают часть солнечных лучей и тем самым сокращают количество тепла, поступающего на Землю от Солнца. Ученые полагают, что,

Несмотря на увеличение концентрации СО2 в атмосфере в 1940-е гг., потепление сменилось похолоданием именно за счет увеличения запыленности воздуха.

В настоящее время специалисты продолжают изучать воздействие на климат увеличения концентрации в атмосфере диоксида углерода и пылевых частиц.

**Экономический ущерб от загрязнения воздуха.** Загрязнение воздуха таит в себе угрозу для здоровья людей, приводит к росту заболеваемости и смертности, порче различных сооружений и материалов, гибели животных и растений. Все это наносит большой экономический ущерб.

Ущерб от коррозийного воздействия SO2 и разрушения материалов, гибели растений и сокращения урожайности сельскохозяйственных культур в США оценивается в 4,9 млрд. долл. в год. Ежегодно тратится на 500 млн. долл. только на антикоррозийные покрытия стальных конструкций. Общий экономический ущерб от загрязнения атмосферы в США достигает 26 млрд. долл. в год, т.е. около 80 долл. на одного жителя этой страны.

**Оценка негативного влияния загрязнения атмосферы.** В России применяются «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», утвержденные Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ в 1992 г. Согласно этим критериям негативное воздействие загрязнения атмосферного воздуха происходит двумя основными путями, которые необходимо учитывать при определении зон экологического неблагополучия:

- в результате прямого контакта с загрязненным воздухом;

- за счет выпадения загрязняющих веществ из атмосферы и вторичного загрязнения окружающей среды.

Изменение среды обитания людей устанавливается по ухудшению их здоровья (медико-демографическим показателям) и степени загрязнения атмосферного воздуха. К основным медико-демографическим показателям относятся смертность, заболеваемость населения, ухудшение состояния здоровья новорожденных. Степень загрязнения атмосферного воздуха устанавливается по кратности превышения ПДК основных загрязняющих веществ с учетом их биологического действия.

1. **Меры по предотвращению загрязнения и охране атмосферного воздуха**

Основные пути снижения и полной ликвидации загрязнения атмосферы – разработка и внедрение очистных фильтров на предприятиях, использование экологически безопасных источников энергии, безотходных технологий производства, борьба с выхлопными газами автомобилей, озеленение городов и поселков. Многие страны принимают специальные меры по снижению выбросов в атмосферу диоксида углерода и других парниковых газов. Снижение выбросов парниковых газов в атмосферу предусмотрено международными соглашениями.

**Очистные фильтры.** Установка очистных фильтров – основное средство борьбы с промышленным загрязнением атмосферы. Промышленные выбросы в атмосферу очищают путем пропускания их через механические, электрические, магнитные, звуковые и другие фильтры, воду и химически активные жидкости. Такими способами улавливают пыль, копоть, пары и газы.

Эффективность работы очистных сооружений зависит от физико-химических свойств загрязнителей и от совершенства применяемых методов и аппаратов. При грубой очистке промышленных выбросов устраняется от 70 до 84 % загрязнителей, при средней очистке – до 95 -98 %, при тонкой – 99 % и более.

Очистка промышленных отходов не только предохраняет атмосферу от загрязнений, но и дает дополнительное сырье и прибыли предприятиям. Улавливание серы из газовых отходов Магнитогорского металлургического комбината обеспечивает санитарную очистку и получение дополнительно многих тысяч тонн дешевой серной кислоты. На Ангарском цементном заводе очистными сооружениями улавливается до 98 % цементной пыли, а фильтрами соседнего алюминиевого завода – 98 % ранее терявшегося фтора, что дает 300 тыс. долл. прибыли в год.

**Безотходные технологии производства.** Решить проблему охраны атмосферы только с помощью очистных сооружений невозможно. Необходимо применение комплекса мероприятий и прежде всего внедрение в промышленную практику безотходных технологий.

Безотходная технология эффективна в том случае, если она строится по аналогии с процессами, происходящими в биосфере: отходы одного звена в экосистеме используются другими звеньями. Цикличное безотходное промышленное производство, сопоставимое с циклическими процессами в биосфере, - это будущее промышленности, путь сохранения чистоты окружающей среды.

Один из способов предохранения атмосферы от загрязнения – переход на новые экологически безопасные источники энергии, например, строительство электростанций, использующих энергию приливов и отливов, тепло недр, применение гелиоустановок и ветряных двигателей для получения электроэнергии. В 1980 – е гг. перспективным источником энергии считались атомные электростанции (АЭС). После чернобыльской катастрофы число сторонников широкого использования атомной энергии уменьшилось. Эта авария показала, что атомные электростанции требуют повышенного внимания к системам их безопасности. Альтернативным источником энергии А.Л. Яншин, например, считает газ, который в России в перспективе можно добывать около 300 трлн. м³.

**Защита воздуха от выхлопных газов автомобилей.** Частные решения данной проблемы – установка фильтров для очистки выхлопных газов и дожигающих углеводороды устройств, замена содержащих свинец антидетонаторных добавок, такая организация движения транспорта, которая уменьшает и исключает частую смену режимов работы двигателей: создание дорожных развязок, расширение дорожного полотна, строительство переходов и т.д. Кардинально проблема может быть решена при замене двигателей внутреннего сгорания на электрические. Для уменьшения содержания токсических веществ в выхлопных газах автомобилей предлагается замена бензина другими видами горючего, например смесью различных спиртов. Перспективны газобаллонные автомобили.

**Озеленение городов и промышленных центров.** Зеленые насаждения за счет фотосинтеза освобождают воздух от диоксида углерода и обогащают его кислородом. На листьях деревьев и кустарников оседает до 72 % взвешенных в воздухе частиц пыли и до 60 % диоксида серы. Поэтому в парках, скверах и садах в воздухе содержится в десятки раз меньше пыли, чем на открытых улицах и площадях. Многие виды деревьев и кустарников выделяют фитонциды, убивающие бактерии. Зеленые насаждения в значительной мере регулируют микроклимат города, «гасят» городской шум, оказывающий негативное влияние на здоровье людей.

Для поддержания чистоты воздуха большое значение имеет планировка города. Фабрики и заводы, транспортные магистрали должны отделяться от жилых кварталов буферной зоной, состоящей из зеленых насаждений. Следует учитывать направление основных ветров (розы ветров), рельеф местности и наличие водоемов. Лучше располагать жилые кварталы с подветренной стороны и на возвышенных участках. Промышленные зоны необходимо помещать вдали от жилых кварталов или за пределами города.

7. **Правовые основы охраны атмосферы**

Рациональное использование атмосферы регулируется законодательными и нормативными правовыми актами, определяющими условия осуществления различных видов производственной деятельности, которые сводят к минимуму вероятность загрязнения атмосферы.

Основные законодательные и нормативные правовые акты, регулирующие отношения в области использования и охраны атмосферного воздуха, приведены ниже:

● Воздушный кодекс РФ (март 1997) – содержит требования к состоянию полетной техники в части снижения загрязнения атмосферы;

● Федеральный закон «Об уничтожении химического оружия» (май 1997) – устанавливает правовые основы проведения комплекса работ по обеспечению защиты окружающей среды, в том числе атмосферы, при наземных способах уничтожения химических веществ;

● Уголовный кодекс РФ (июнь 1997) – содержит определение термина «экологические преступления» и ряд статей, направленных на защиту атмосферы от загрязнения, в том числе касающихся атомной промышленности;

● Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» (январь 1996), в целях его реализации Правительством РФ был принят ряд постановлений, направленных на предотвращение загрязнения атмосферы и касающихся правил размещения радиоактивных веществ и радиоактивных отходов, их хранения и перевозки;

● Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» (ноябрь 1995).

В России утвержден ряд ГОСТов, которые регламентируют нормы выбросов в атмосферу, рекомендуют методы измерения содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, правила размещения пунктов наблюдения, частоту и программы наблюдений.

Разработан ГОСТ терминов и определений, имеющих отношение к охране атмосферного воздуха, составу и концентрации загрязняющих веществ, их токсичности для человека.

Основными документами, регулирующими охрану и рациональное использование атмосферного воздуха, служат ГОСТы ряда «Охрана природы. Атмосфера»:

● Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработанных газах автомобилей с бензиновыми двигателями;

● Нормы и методы измерений дымности отработанных газов тракторных и комбайновых дизелей;

● Правила контроля качества воздуха населенных пунктов;

● Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями;

● Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохранных мероприятий и выдаче разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу.

Вопросы охраны и рационального использования атмосферы регулируются не только федеральным законодательством, но и законами и нормативными документами субъектов РФ, исполнение которых обеспечивается соответствующими санкциями и экономическими рычагами.

Рациональное природопользование контролируется региональными государственными комитетами экологии и природных ресурсов, комитетами по геологии и использованию недр, территориальными комитетами государственного мониторинга геологической среды.

1. **Мониторинг качества и степени загрязнения атмосферы**

Важную роль в обеспечении рационального использования атмосферы и предотвращения загрязнения воздушной среды играет *система слежения за составом и качеством атмосферного воздуха (мониторинга).*

В состав сети наблюдений за радиоактивным загрязнением окружающей природной среды входит около 1,5 тыс. гидрометеостанций и постов, на которых производятся следующие измерения: мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на местности – 1,4 тыс. пунктов; количества выпадений радиоактивных аэрозолей из атмосферы – 0,5 тыс. пунктов; концентрации аэрозолей в приземном слое атмосферы – более 50 пунктов. На 30 пунктах наблюдают за содержанием трития в атмосферных осадках, на 82 – стронция-90 и других долгоживущих радионуклидов в водах суши и морей. Оперативными группами проводятся маршрутные и экспедиционные обследования радиационной обстановки в районах, прилегающих к радиационно опасным объектам, в том числе аэрограмм – спектрометрические съемки. Система мониторинга радиоактивной обстановки в окружающей среде была введена после аварии на Чернобыльской АЭС и показала высокую эффективность.

Контроль радиационной обстановки осуществляется путем непосредственного измерения экспозиционной дозы гамма-излучения на местности, анализа проб атмосферных выпадений и аэрозолей, а также с помощью отбора и анализа проб атмосферных осадков, поверхностных вод суши, морской воды.

Сеть станций мониторинга, следящих за качеством атмосферного воздуха, создана и функционирует в системе организаций Росгидромета, находящихся в 260 городах России. Регулярные наблюдения за качеством атмосферного воздуха проводятся на 710 станциях. Контрольно-наблюдательная сеть других ведомств включает еще 50 станций. В составе государственной службы наблюдения за состоянием атмосферного воздуха действуют также специализированные подсистемы мониторинга, в частности станции в биосферных заповедниках.

Особую роль выполняют контрольные замеры, осуществляемые в рамках совместной программы наблюдений и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (Программа ЕМЕП). По этой программе работают страны, подписавшие Конвенцию о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Некоторые наблюдательные станции, действующие в составе подсистем мониторинга, включены в состав международных систем наблюдения, например станции мониторинга фонового загрязнения атмосферы.

На «фоновых» станциях и в биосферных заповедниках обязательно проводится определение содержания в воздухе следующих загрязняющих веществ: взвешенные частицы (аэрозоли), диоксид серы, озон, оксиды углерода, оксиды азота, бенз(а)пирен, углеводороды, хлорорганические соединения (ДДТ и др.), тяжелые металлы (свинец, ртуть, кадмий, мышьяк), фреоны. В атмосферных осадках дополнительно определяют биогенные элементы (азот, фосфор), радионуклиды (Ю.А. Израэль, 1984).

Мониторинг важнейших компонентов атмосферы, кроме того осуществляется в рамках глобальных международных наблюдательных сетей. Определение концентрации озона проводят 130 наземных станций и искусственный спутник Земли «Метеор» с озонометрической аппаратурой, измерение оптической плотности аэрозоля – 10 станций, оценку атмосферно-электрических характеристик – 3 станции.

Создана подсистема мониторинга для оценки современного уровня и прогноза содержания в атмосфере парниковых газов (СО2, СН4, хлорфторуглеводородов).

***Контрольные вопросы и задания***

1. *Что такое атмосфера? 2. Какие газы входят в состав атмосферного воздуха, каково их соотношение? 3. Перечислите и кратко охарактеризуйте естественные источники загрязнения атмосферы. 4. Что относится к искусственным источникам загрязнения атмосферы? Дайте краткую характеристику. 5. Что такое смог и каковы его разновидности? 6. Какое влияние оказывает загрязнение воздуха на здоровье людей? 7. Перечислите основные меры, применяемые для уменьшения загрязнения атмосферы. Какова их эффективность? 8. Какие законодательные акты по охране атмосферы вам известны? 9. Как определяют степень загрязнения воздуха?*

***Литература***

1. *Константинов В.М. Экологические основы природопользования: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования/В.М. Константинов, Ю.Б. Челидзе. – 15-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. - 240 с.*