ПЛАН

 АТМОСФЕРА, КАК ЧАСТЬ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

 ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

 ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

 МЕРЫ ПО ОХРАНЕ АТМОСФЕРЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

**АТМОСФЕРА, КАК ЧАСТЬ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Атмосфера (от греч. atmoc — пар и сфера — шар) — газовая (воздушная) оболочка Земли, вращающаяся вместе с ней. Жизнь на Земле возможна, пока существует атмосфера. Все живые организмы используют воздух атмосферы для дыхания, атмосфера защищает от вредного воздействия космических лучей и губительной для живых организмов температуры, холодного «дыхания» космоса.

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 см~/л, в жидком состоянии приобретает голубоватую окраску. Жизнь людей невозможна без воздуха, без воды и пищи, но если без пищи человек может прожить несколько недель, без воды — несколько дней, то смерть от удушья наступает через 4 — 5 мин.

Основными составными частями атмосферы являются: азот, кислород, аргон и углекислый газ. Кроме аргона в малых концентрациях содержатся другие инертные газы. В атмосферном воздухе всегда присутствуют пары воды (примерно 3 — 4%) и твердые частицы — пыль.

Атмосфера Земли подразделяется на нижнюю (до 100 км) — гомосферу с однородным составом приземного воздуха и верхнюю гетеросферу с неоднородным химическим составом. Одним из важных свойств атмосферы является наличие кислорода. В первичной атмосфере Земли кислород отсутствовал. Появление и накопление его связано с распространением зеленых растений и процессом фотосинтеза. В результате химического взаимодействия веществ с кислородом живые организмы получают энергию, необходимую для их жизнедеятельности.

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

Физические свойства и состояние атмосферы меняются во времени: в течение суток, сезонов, лет — и в пространстве в зависимости от высоты над уровнем моря, широты местности, удаленности от океана.

##  CTPOEHИE АТМОСФЕРЫ

Атмосфера, общая масса которой составляет 5,15 10» т, простирается вверх от поверхности Земли примерно до 3 тыс. км. С высотой меняются химический состав и физические свойства атмосферы, поэтому ее подразделяют на тропосферу, стратосферу, мезосферу, ионосферу (термосферу) и экзосферу.

Основная масса воздуха в атмосфере (до 80%) находится в нижнем, приземном слое — тропосфере. Толщина тропосферы в среднем 11 — 12 км: 8 — 10 км — над полюсами, 16 — 18 км — над экватором. При удалении от поверхности Земли в тропосфере происходит понижение температуры на 6'С на 1 км (рис. 8). На высоте 18 — 20 км плавное уменьшение температуры прекращается, она остается почти постоянной: — 60...— 70'С. Этот участок атмосферы называется тропопаузой. Следующий слой — стратосфера — занимает высоту 20 — 50 км от земной поверхности. В ней сосредоточена остальная (20%) часть воздуха. Здесь температура повышается при удалении от поверхности Земли на 1 — 2'С на 1 км и в стратопаузе на высоте 50 — 55 км доходит до 0'С. Далее на высоте 55— 80 км расположена мезосфера. При удалении от Земли температура понижается на 2 — 3'С на 1 км, и на высоте 80 км, в мезопаузе, она достигает — 75...— 90'С. Термосфера и экзосфера, занимающие высоты соответственно 80 — 1000 и 1000 — 2000 км, представляют собой наиболее разреженные части атмосферы. Здесь встречаются лишь отдельные молекулы, атомы и ионы газов, плотность которых в миллионы раз меньше, чем у поверхности Земли. Следы газов обнаружены до высоты 10 — 20 тыс. км.

 Толщина воздушной оболочки сравнительно невелика при сопоставлении с космическими расстояниями: она составляет одну четвертую радиуса Земли и одну десятитысячную часть расстояния от Земли до Солнца. Плотность атмосферы на уровне моря равна 0,001 г/см~, т.е. в тысячу раз меньше плотности воды.

Между атмосферой, земной поверхностью и другими сферами Земли происходит постоянный обмен теплом, влагой и газами, который вместе с циркуляцией воздушных масс в атмосфере влияет на основные климатообразующие процессы. Атмосфера защищает живые организмы от мощного потока космического излучения. Ежесекундно на верхние слои атмосферы обрушивается поток космических лучей: гамма, рентгеновские, ультрафиолетовые, видимые, инфракрасные. Если бы все они достигали земной поверхности, то в течение нескольких мгновений уничтожили бы все живое.

Важнейшее защитное значение имеет озоновый экран. Он расположен в стратосфере на высоте от 20 до 50 км от поверхности Земли. Общее количество озона (Оз) в атмосфере оценивается в 3,3 млрд. т. Мощность этого слоя сравнительно небольшая: суммарно она составляет 2 мм на экваторе и 4 мм у полюсов при нормальных условиях. Максимальная концентрация озона — 8 частей на миллион частей воздуха — находится на высоте 20 — 25 км.

Основное значение озонового экрана состоит в том, что он защищает живые организмы от жесткого ультрафиолетового излучения. Часть его энергии расходуется на реакцию: ***SО2 <>* S0з.** Озоновый экран поглощает ультрафиолетовые лучи с длиной волны около 290 нм и менее, поэтому до земной поверхности доходят ультрафиолетовые лучи, полезные для высших животных и человека и губительные для микроорганизмов. Разрушение озонового слоя, замеченное в начале 1980-х гг., объясняют применением фреонов в холодильных установках и выбросом в атмосферу аэрозолей, применяемых в быту. Выбросы фреонов в мире тогда достигали 1,4 млн. т в год, а вклад отдельных стран в загрязнение атмосферы фреонами составлял: 35% — США, по 10% — Япония и Россия, 40% — страны ЕЭС, 5% — остальные страны. Согласованные меры позволили сократить поступление фреонов в атмосферу. Разрушительное воздействие на озоновый слой оказывают полеты сверхзвуковых самолетов и космических аппаратов.

Атмосфера защищает Землю от многочисленных метеоритов. Ежесекундно в атмосферу попадает до 200 млн. метеоритов, доступных для наблюдения невооруженным глазом, но они сгорают в атмосфере. Замедляют свое движение в атмосфере мелкие частицы космической пыли. Ежесуточно на Землю опускается около 10" мелких метеоритов. Это приводит к увеличению массы Земли на 1 тыс. т. в год. Атмосфера является теплоизоляционным фильтром. Без атмосферы перепад температур на Земле в сутки достигал бы 200'С (от 100'С днем до — 100'С ночью).

#### БАЛАНС ГАЗОВ В АТМОСФЕРЕ

Наибольшее значение для всех живых организмов имеет относительно постоянный состав атмосферного воздуха в тропосфере. Баланс газов в атмосфере поддерживается за счет постоянно идущих процессов использования их живыми организмами и поступления газов в атмосферу. Азот выделяется при мощных геологических процессах (извержениях вулканов, землетрясениях), при разложении органических соединений. Изъятие азота из воздуха происходит за счет деятельности клубеньковых бактерий.

Однако в последние годы происходит изменение баланса азота в атмосфере за счет хозяйственной деятельности людей. 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 удваивается каждые 6 лет. Эго обеспечивает растущие потребности сельского хозяйства в азотных удобрениях. Однако нерешенным остается вопрос компенсации изъятия азота из атмосферного воздуха. В то же время из-за огромного общего количества азота в атмосфере эта проблема не столь серьезна, как баланс кислорода и диоксида углерода.

Около 3,5 — 4 млрд. лет назад содержание кислорода в атмосфере было в 1000 раз меньше, чем сейчас, так как не было основных продуцентов кислорода — зеленых растений. Современное соотношение кислорода и диоксида углерода поддерживается жизнедеятельностью живых организмов. В результате фотосинтеза зеленые растения потребляют диоксид углерода и выделяют кисло- род. Он используется для дыхания всеми живыми организмами. Естественные процессы потребления СО3 и О2 и их поступление в атмосферу хорошо сбалансированы.

С развитием промышленности и транспорта кислород используется на процессы горения все в возрастающих размерах. Например, за один трансатлантический рейс 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 сейчас требуется от 10 до 25% кислорода, производимого зелеными растениями. Уменьшается поступление кислорода в атмосферу из-за сокращения площадей лесов, саванн, степей и увеличения пустынных территорий, роста городов, 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.

Использование запасов кислорода увеличивается одновременно с эквивалентным ростом выделения диоксида углерода в атмосферу. По данным ООН, за последние 100 лет количество СО~ в атмосфере Земли увеличилось на 10 — 15%. Если намеченная тенденция сохранится, то в третьем тысячелетии количество СО~ в атмосфере может возрасти на 25%, т.е. с 0,0324 до 0,04% объема сухого атмосферного воздуха. Некоторое увеличение диоксида углерода в атмосфере сказывается положительно на продуктивности сельскохозяйственных растений. Так, при насыщении воздуха теплиц углекислым газом урожайность овощей повышается за счет интенсификации процесса фотосинтеза. Однако с увеличением COz в атмосфере возникают сложные глобальные проблемы, которые будут рассмотрены ниже.

Атмосфера является одним из основных метеорологических и климатообразующих факторов. Климатообразующая система включает в себя атмосферу, океан, поверхность суши, криосферу и биосферу. Подвижность и инерционные характеристики этих составляющих различны, они имеют разное время реакции на внешние возмущения в смежных системах. Так, для атмосферы и поверхности суши время ответной реакции составляет несколько недель или месяцев. С атмосферой связаны циркуляционные процессы переноса влаги и тепла, циклоническая деятельность.

# ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ**

Источники загрязнения атмосферы могут быть естественными и искусственными. ***Естественные источники***загрязнения атмосферы — извержения вулканов, лесные пожары, пыльные бури, процессы выветривания, разложение органических веществ. К***искусственным (антропогенным)***источникам загрязнения атмосферы относятся промышленные и теплоэнергетические предприятия, транспорт, системы отопления жилищ, сельское хозяйство, бытовые отходы.

Естественные источники загрязнения атмосферы представляют собой такие грозные явления природы, как извержения вулканов и пыльные бури. Обычно они имеют катастрофический характер. При извержении вулканов в атмосферу выбрасывается огромное количество газов, паров воды, твердых частиц, пепла и пыли. После затухания вулканической деятельности общий баланс газов в атмосфере постепенно восстанавливается. Так, в результате извержения вулкана Кракатау в 1883 г. в атмосферу было выброшено около150 млрд. т пыли и пепла. Мелкие пылевые частицы держались в верхних слоях атмосферы в течение нескольких лет. «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 827000 км'» (Влодавец, 1973).

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.

Существенно загрязняют атмосферу крупные лесные пожары. Чаще всего они возникают в засушливые годы. В России наиболее опасны лесные пожары в Сибири, на Дальнем Востоке, на Урале, в Республике Коми. В среднем за год площадь, пройденная пожарами, составляет около 700 тыс. га. В засушливые годы, например, в 1915 г. она достигла 1 — 1,5 млн. га. Дым от лесных пожаров распространяется на огромные площади — около 6 млн. км. Памятным для жителей Подмосковья остается лето 1972 г., когда воздух в течение всего лета был сизым от дыма пожаров, видимость на дорогах не превышала 20 — 30 м. Горели лес и торфяники. Прямой ущерб от лесных пожаров в среднем составляет 200 — 250 млн. долл.

В среднем за год сгорает и повреждается на корню до 20-25 млн. м3древесины.

***Пыльные бури*** возникают в связи с переносом сильным ветром поднятых с земной поверхности мельчайших частиц почвы. Сильные ветры - смерчи и ураганы - поднимают в воздух и крупные обломки горных пород, но они не держатся долго в воздухе. При сильных бурях в атмосферный воздух поднимается до 50 млн. т пыли. Причинами пыльных бурь являются засуха, суховеи; провоцируют их интенсивная распашка, выпас скота, сведение лесов и кустарников. Наиболее часты пыльные бури в степных, полупустынных и пустынных районах. В России катастрофические пыльные бури наблюдались в 1928-м, 1960-м, 1969-м, гг.

 Катастрофические явления, связанные с извержением вулканов, лесными пожарами и пыльными бурями, приводят к возникновению светозащитного экрана вокруг Земли, который несколько изменяет тепловой баланс планеты. В целом эти явления имеют заметный, но локальный эффект в отношении загрязнения атмосферы. И совсем незначительный местный характер носит загрязнение атмосферного воздуха, связанное с выветриванием и разложением органических веществ ***Искусственные источники загрязнения*** наиболее опасны для атмосферы. По агрегатному состоянию все загрязняющие вещества антропогенного происхождения подразделяются на твердые жидкие и газообразные, причем последние составляют около 90% [от общей массы выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ (рис. 9).

 Проблема загрязнения воздуха не нова. Более двух столетий серьезные опасения вызывает загрязнение воздуха в крупных промышленных центрах многих европейских стран. Однако дли­тельное время эти загрязнения имели локальный характер. Дым и копоть загрязняли сравнительно небольшие участки атмосферы и легко разбавлялись массой чистого воздуха в то время, когда за­водов и фабрик было немного. Быстрый рост промышленности и транспорта в XX в. привел к тому, что такое количество выброшенных в воздух веществ не может больше рассеиваться. Их концентрация увеличивается, что влечет за собой опасные и даже фатальные последствия для биосферы.

Загрязнение атмосферного воздуха в промышленных городах и городских агломерациях значительно выше, чем на прилегающих территориях. Так, по данным американских ученых, концентрация различных веществ в городах следующим образом относится к средним (фоновым) показателям этих веществ в тропосфере (в частях на млн. частей): SOз - 0, 3/0, 0002-0, 0004; NO2 - 0, 05/0, 001-0, 003;

Оз*-* во время смогов - до 0, 5/0, 01-0, 03; СО - 4/0, 1; NНз - 2/1-1,5;

пыль (в мкг/м3) - 100/1 -30.

В 1970 г. в городах **США** было выброшено в воздух (в млн. т): пыли — 26,2; SOД — 34,1; **NOД —** 22,8; СО — 149; НС — 34,9. На 1 км' в **Нью-Йорке** ежемесячно выпадает 17 т сажи, в Токио — 34 т.

Особое место среди источников загрязнения атмосферы занимает ***химическая промышленность****.* Она поставляет диоксид серы **(SO2),** сероводород (H**2**S), оксиды азота **(NO, NO2),** углеводороды (**С*x*Н*y***) галогены (F2, Сl**2**) и др. Для химической промышленности характерна высокая концентрация предприятий, что создает повышенное загрязнение окружающей среды. Вещества, выделяемые в атмосферу, могут вступать в химические реакции друг с другом, образуя высокотоксичные соединения. **Вместе** с туманом и некоторыми другими природными явлениями в местах повышенной концентрации химических веществ возникает фотохимический смог. Часто при этом концентрации озона во много раз превосходят его нормальный уровень в воздухе у поверхности Земли, что опасно для жизни растений, животных и человека.

С каждым годом возрастает роль автомобильного транспорта в загрязнении атмосферы выхлопными газами. В США на долю автотранспорта приходится 60% в общем, загрязнении атмосферы. С выхлопными газами в воздух поступают угарный газ, оксиды азота, углеводороды, свинец и его соединения. Поступление свинца и его соединений в воздух связано с тем, что к дизельному топливу и бензину для снижения детонации и повышения КПД двигателей внутреннего сгорания добавляют тетраэтилсвинец [ТЭС — РЬ(С~Н~)4]. В результате при сгорании 1 л такого бензина в воздух попадает 200 — 400 мг свинца. С начала 30-х гг., когда в топливо автотранспорта стали добавлять ТЭС, авиационные, автомобильные, судовые и тепловозные двигатели стали выбрасывать свинец во все возрастающем количестве. На 70 — 80% он состоит из частиц менее 1 мкм. Известно, что городской воздух содержит свинца в 20 раз больше, чем деревенский, и в 2000 раз больше, чем морской.

Повышение концентрации ионов свинца в крови человека до 0,80 част/млн вызывает тяжелое свинцовое отравление: анемию, головную и мышечную боль, потерю сознания. Средний уровень свинца в крови американцев — 0,25, у работников бензозаправочных станций — до 0,34 — 0,40. Наиболее высокая концентрация свинца (0,40 — 0,60 част/млн.) оказывается в крови детей, играющих на мостовой в городских кварталах, так как выхлопные газы тяжелее воздуха и скапливаются в его приземном слое, которым дышат дети (Бондарев, 1976). Высокая концентрация выхлопных газов вблизи транспортных магистралей отрицательно сказывается на растениях, вызывая пожелтение листьев и ранний листопад, а в конечном итоге их гибель.

Серьезные последствия имеет загрязнение воздуха хлорфторметанами, или фреонами. С широким использованием фреонов в холодильных установках, в производстве аэрозольных баллонов связано их появление на больших высотах, в стратосфере и мезосфере. Высказываются опасения относительно возможного взаимодействия озона с галогенами, которые выделяются из фреонов под действием ультрафиолетового излучения (рис. 10). По данным специалистов, уменьшение слоя озонового экрана только на 7 — 12% 10-кратно увеличит (в умеренных широтах) интенсивность ультрафиолетового излучения с длиной волны 297 нм, а в связи с этим в несколько раз возрастает число людей, заболевших раком кожи. Уменьшению слоя озонового экрана способствуют газы, выделяемые турбореактивными самолетами, полеты ракет, разнообразные эксперименты, проводимые в атмосфере: вынос в стратосферу медных опилок, иголок, кристаллов NaC1 и др.

В атмосферу Земли ежегодно выбрасывается в среднем более 400 млн т главных поллютантов (загрязнителей): диоксида серы, оксидов азота, оксидов углерода и твердых частиц. «Вклад» промышленно развитых стран в загрязнение атмосферы распределяется следующим образом: по диоксиду серы — 12% (Россия), 21% (США); по оксидам азота — 6% (Россия), 20% (США); по оксиду углерода — 10% (Россия), 70% (США).

***Промьпиленность России***выбрасывает в атмосферу в среднем 19,5 млн т загрязняющих веществ за год. По степени токсичности выбросов в атмосферу отрасли промышленности можно расположить следующим образом: цветная металлургия, химическая, нефтехимическая, черная металлургия, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная.

На одного жителя России приходится около 342 кг выбросов в атмосферу в год. В 84 городах России загрязнение воздуха более чем в 10 раз превышает ПДК. Из 148 млн. россиян 109 млн. проживают в неблагоприятных экологических условиях с точки зрения загрязнения атмосферного воздуха, в том числе 60 млн. человек при постоянном превышении ПДК токсичных веществ в воздухе. В связи с этим возрастает число людей, особенно детей, страдающих от респираторных заболеваний, от болезней органов кровообращения, аллергии, бронхиальной астмы и др.

Увеличение количества диоксида серы в воздухе губительно для лесных массивов; площадь поврежденных лесов с годами возрастает: 1000 га (1860), 150 тыс. га (1906), 50 млн. га (1994).

Один из наиболее опасных источников загрязнения атмосферы представляет собой *автомобильный транспорт.* В 1900 г. в мире было 11 тыс. автомобилей, в 1950 г. — 48 млн, в 1970 г. — 181 млн, в 1982 г. — 330 млн, в настоящее время — около 500 млн автомобилей. Они сжигают сотни миллионов тонн невозобновимых запасов нефтепродуктов. В частности, только в Западной Европе автомобили (с двигателем внутреннего сгорания) потребляют *около* 45% всей расходуемой нефти. Подсчитано, что один автомобиль за год выбрасывает в атмосферу 600 — 800 кг оксида углерода, около 200 кг несгоревших углеводородов и около 40 кг оксидов азота. В отработанных газах автомобилей содержится около 280 вредных компонентов, некоторые из них обладают канцерогенными свойствами. Автомобильный транспорт становится одним из основных источников загрязнения окружающей среды. В ряде зарубежных стран (Франция, **США,** Германия) автомобильный транс- порт дает более 50 — 60% всего загрязнения атмосферы.

В России количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от транспорта составляет 16,5 млн. т в год (около 47% от общего количества выбросов), в том числе от автотранспорта 13,5 млн т (около 82% от общего количества выбросов). В ряде регионов на долю транспорта приходится более половины выбросов: Приморский край — 55%, Тверская область — 63%; Пензенская

область — 70%. В Ростовской области насчитывается 650 тыс. автомобилей, причем только в 1995 г. их количество увеличилось на 75 тыс. В атмосферу области в 1995 г. автотранспортом было выброшено 543 тыс. т вредных веществ (61% от общего объема выбросов).

Структура выбросов автотранспорта в России: 84% — по **СО,** 33% — по оксидам азота, 73% — по углеводородам и т.д. практически не отличается от структуры выбросов автотранспорта других стран. В частности, в 1995 г. во Франции выбросы автотранспорта в атмосферу составили: 90% — по **СО,** 75% — по оксидам азота, 1/3— по летучим органическим соединениям и твердым частицам.

Особенно велик «вклад» автотранспорта в загрязнение воздушного бассейна крупных городов. Так, в Москве он составляет более 75% выбросов. В ряде городов доля выбросов автотранспорта на фоне снижения выбросов от промышленных предприятий еще выше: Батайск — 86%, Ростов-на-Дону — 88%, Азов— 39%. Определяющая доля выбросов приходится на грузовые автомобили и легковые индивидуального пользования.

*Радиоактивное загрязнение атмосферы.* Радиоактивные вещества относятся *к* особо опасным для людей, животных и растений. Источники радиоактивного загрязнения в основном техногенного происхождения. Это экспериментальные взрывы атомных, водородных и нейтронных бомб, различные производства, связанные с изготовлением термоядерного оружия, атомные реакторы и электростанции; предприятия, где используются радиоактивные вещества; станции по дезактивации радиоактивных отходов; хранилища отходов атомных предприятий и установок; аварии или утечки на предприятиях, где производится и используется ядерное топливо. Естественные источники радиоактивного загрязнения в основном связаны с выходом на поверхность урановых руд и горных пород, имеющих повышенную природную радиоактивность (граниты, гранодиориты, пегматиты).

Большую опасность для людей, растений и животных представляют испытания ядерного оружия, аварии и утечки на предприятиях, где используется ядерное топливо.

Радиоактивное загрязнение атмосферы чрезвычайно опасно, так как радионуклиды с воздухом попадают в организм и поражают жизненно важные органы человека. Его влияние сказывается не только на ныне живущих поколениях, но и на их потомках из-за появления многочисленных мутаций. **Не** существует такой малой дозы ионизирующего излучения, которая была бы безопасна для человека, растений и животных. Даже в районах умеренного радиоактивного загрязнения увеличивается число людей, заболевших лейкозами.

В настоящее время радиоактивное загрязнение атмосферного воздуха над территорией России определяется глобальным повышенным радиационным фоном, который был создан в результате проводившихся ранее ядерных испытаний, радиоактивным загрязнением после катастрофических аварий, случившихся в 1957 г. на военном производственном объединении (ПО) «Маяк» и в 1986 г. на Чернобыльской **АЭС. В** результате аварии на ПО «Маяк» произошла утечка радиоактивных отходов, сбрасываемых и хранившихся в «бессточном» озере. В 1957 г. радиоактивный фон озера составлял 120 млн кюри, что в 24 раза больше, чем фон разрушенного реактора Чернобыльской **АЭС.** После аварии на ПО «Маяк» радиоактивными веществами была загрязнена площадь 23 тыс. км~. Загрязнение атмосферы также произошло в результате переноса ветром радиоактивной пыли с берегов и со дна озера, обнажившегося после засухи.

Различного рода утечки и неконтролируемые выбросы на предприятиях несколько изменяют радиологическую обстановку и носят обычно локальный характер.

Содержание радионуклидов в атмосферном воздухе над территорией России в 1992 — 1998 гг. практически не менялось, составляло: р 18,9-20,4 10-~ Бк/м', цезий 0,05 — 0,11 10-~ Бк/м~, стронций 1,29 — 2,5 10-~ Бк/мз 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 термоядерных устройств. Образующиеся при этом изотопы становятся источником радиоактивного распада в течение длительного времени. Наиболее опасны изотопы стронция-90 (период полураспада 25 лет) и цезия-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, они, в свою очередь, поедаются хищными рыбами, рыбоядными птицами и зверями (см. рис. 16).

Радиоактивное излучение опасно для человека, вызывает у него лучевую болезнь с повреждением генетического аппарата клеток. Это ведет к появлению у людей злокачественных опухолей, наследственных заболеваний и уродств у потомства.

**ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ 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 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 оказывают на него непосредственное действие, вызывая отравления и различного рода заболевания. Среди соединений серы наиболее токсичен для человеческого организма ее диоксид **(SOz).** При увеличении концентрации диоксида серы в окружающем воздухе повышается вероятность сердечнососудистых и легочных заболеваний. Бронхиальная астма — наиболее частое заболевание, связанное с повышенным содержанием в воздухе диоксида серы. В районах с его повышенной концентрацией установлена повышенная смертность от бронхитов.

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, вызывают отеки. При длительном воздействии этих загрязнителей на человеческий организм нарушается функционирование центральной нервной системы. Отрицательно действуют на нервную систему и соединения свинца. Проникая через кожу и накапливаясь в крови, свинец снижает активность ферментов, участвующих в насыщении крови кислородом. Это, в свою очередь, нарушает ход обменных процессов, необходимых для нормальной жизнедеятельности.

Перечень вредных веществ, появляющихся в атмосферном воздухе, которым мы дышим, и их негативное воздействие на здоровье людей можно было бы продолжить. Однако сказанного выше достаточно, чтобы понять, что антропогенное загрязнение атмосферы совсем не безобидно для человека. Это требует от каждого из нас гражданской ответственности по соблюдению правил, содействующих охране атмосферы.

*К* прямому влиянию на организм человека следует отнести воздействие воздуха, насыщенного пылью разнообразного происхождения — частицами горных пород, почвы, сажи, золы. Общее количество пыли, ежегодно поступающей в атмосферу, оценивается в 2 млрд т, из них антропогенные аэрозоли составляют 10 — 20%.

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

Загрязнение воздуха может оказывать вредное *косвенное влияние. С* увеличением запыленности атмосферы над крупными городами снижается прямая солнечная радиация, в их центрах солнечная суммарная радиация на 20 — 50% ниже, чем в пригородах. **Существенно** уменьшается поступление ультрафиолетовых лучей, поэтому в воздухе увеличивается количество болезнетворных бактерий. В запыленном воздухе резко возрастает число ядер конденсации воды. В результате туманных и облачных дней в крупных городах бывает в несколько раз больше, чем за их пределами.

Загрязненность атмосферы отрицательно сказывается на растительности городов и их окрестностей. Особенно большой *вред растениям* приносят присутствие в воздухе диоксида серы, фтора, хлора, их соединений, других окислителей, угарного газа и др. Промышленные газы воздействуют на ассимилирующий аппарат зеленых растений. **Они** разрушают цитоплазму и хлоропласты в клетках листьев, угнетают деятельность устьиц, в 1,5 — 2 раза снижая интенсивность транспирации, фотосинтеза, разрушают корневую систему. Особенно подвержены вредному воздействию загрязнителей атмосферы хвойные деревья: сосна, ель, пихта, кедр. Они первыми погибают от загрязнения атмосферы вблизи крупных промышленных районов. Отрицательное влияние на растения оказывают выбросы предприятий цветной металлургии и по производству кислот. В окрестностях заводов, производящих серную кислоту и алюминий, гибнут сады и виноградники; вблизи цементных заводов гибнут плодовые деревья и кустарники; около свинцово-цинковых комбинатов гибнут посевы и т.д.

Загрязнение воздуха сопровождается образованием устойчивых аномалий загрязнителей в воде, почвах, растениях. Параметры таких очагов загрязнения различны. В Канаде вокруг металлургического комплекса Садбери, в воздушных выбросах которого содержится диоксид серы, на площади 60 км~ уничтожена вся растительность. Токсичные газопылевые выбросы промышленных предприятий центральной части Великобритании, Рурского бассейна и некоторых других районов Центральной Европы достигают Скандинавских стран. Кислотные дожди вызывают, особенно в южной части Норвегии, деградацию лесной растительности на обширных территориях, а в последнее время и гибель рыб во многих озерах. В нашей стране мощное угнетающее воздействие на растительность оказывает Норильский металлургический комбинат.

В окрестностях химических заводов *исчезают многие виды животных,* а концентрация ядовитых веществ в теле животного превышает их концентрацию в окружающем воздухе в десятки раз.

### МЕРЫ ПО OXPAHE АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Основные пути снижения и полной ликвидации загрязнения атмосферы следующие: разработка и внедрение очистных фильтров, применение экологически безопасных источников энергии, безотходной технологии производства, борьба с выхлопными газами автомобилей, озеленение.

*Очистные фильтры* являются основным средством борьбы с промышленным загрязнением атмосферы. Очистка выбросов в атмосферу осуществляется путем пропускания их через различные фильтры (механические, электрические, магнитные, звуковые и др.), воду и химически активные жидкости. Все они предназначены для улавливания пыли, паров и газов.

Эффективность работы очистных сооружений различна и зависит как от физико-химических свойств загрязнителей, так и от совершенства применяемых методов и аппаратов. При грубой очистке выбросов устраняется от 70 до 84% загрязнителей, средней очистке — до 95 — 98% и тонкой — 99% и выше.

Очистка промышленных отходов не только предохраняет атмосферу от загрязнений, но и дает дополнительное сырье и при- были предприятиям. Улавливание серы из газовых отходов Магнитогорского комбината обеспечивает санитарную очистку и по- лучение дополнительно многих тысяч тонн дешевой серной кислоты. На Ангарском цементном заводе очистными сооружения- ми улавливается до 98% выбросов цементной пыли, а фильтрами одного алюминиевого завода — 98% ранее терявшегося фтора, что дает 300 тыс. долларов прибыли в год.

Решить проблему охраны атмосферы только при помощи очистных сооружений невозможно. Необходимо применение комплекса мероприятий, и прежде всего внедрение 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 производство, сопоставимое с циклическими процессами в биосфере, — это будущее промышленности, идеальный путь сохранения чистоты окружающей среды.

Один из способов предохранения атмосферы от *загрязнения— переход на использование новых экологически безопасных источников энергии.* Например, строительство станций, использующих энергию приливов и отливов, использование гелиоустановок и ветряных двигателей. В 1980-е гг. перспективным источником энергии считались атомные электростанции **(АЭС).** После Чернобыльской катастрофы число сторонников более широкого использования атомной энергии уменьшилось. Эта авария показала, что атомные источники энергии требуют повышенного внимания к системам их безопасности. Альтернативным источником энергии академик А.Л.Яншин, например, считает газ, которого в России в перспективе можно добывать около 300 трлн мз/год.

В качестве частных решений *защиты воздуха от выхлопных га- зов автомобилей* можно указать на установку фильтров и дожигающих устройств, замену добавок, содержащих свинец, организацию движения транспорта, которая уменьшит и исключит частую смену режимов работы двигателей (дорожные развязки, расширение дорожного полотна, строительство переходов и т.д.). Кардинально проблема может быть решена при замене двигателей внутреннего сгорания на электрические. Для уменьшения токсических веществ в выхлопных газах автомобилей предлагается за- мена 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 частиц пыли и до 60% диоксида серы. Поэтому в парках, скверах и садах в воздухе содержится пыли в десятки раз меньше, 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, приносящий огромный вред здоровью людей. Для поддержания чистоты воздуха большое значение имеет *панировка города.* Фабрики и заводы, транспортные магистрали должны отделяться от жилых кварталов буферной зоной, состоя- щей из зеленых насаждений. Необходимо учитывать направление основных ветров (розу ветров), рельеф местности и наличие водоемов, располагать жилые кварталы с подветренной стороны и на возвышенных участках. Промышленные зоны лучше размещать вдали от жилых кварталов или за пределами города.

*Правовая охрана атмосферы —* реализация конституционных прав населения и норм в экологической сфере привела к существенному расширению базы законодательного регулирования в области охраны атмосферного воздуха. Основными законодательными и иными нормативными правовыми актами, регламентирующими вопросы природоохранной деятельности, служат следующие.

* Воздушный кодекс Российской Федерации (19 марта 1997 г.). 3 нем особые требования предъявляются к состоянию полетной техники, регулированию работы двигателей для снижения загрязнения атмосферы.
* Федеральный закон «Об уничтожении химического оружия»» (2 мая 1997 г.) устанавливает правовые основы проведения комплекса работ по обеспечению защиты окружающей среды.
* Уголовный кодекс (январь 1997 г.) имеет ряд статей, касающихся атомной промышленности, содержит определение «экологические преступления».
* Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» (9 января 1996г.). В целях его реализации Правительством **РФ** был принят ряд постановлений, которые касаются права размещения радиоактивных веществ и радиоактивных отходов, их хранения и перевозки.
* Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» (21 ноября 1995 г.; в феврале 1997 г. были внесены изменения и дополнения).
* В Госкомэкологии России рассмотрено и утверждено несколько нормативно-правовых документов, касающихся охраны атмосферы, в частности по методике расчета выбросов в атмосфера загрязняющих веществ.
* ГОСТ (1986) «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы определения выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизелей, тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин».

##### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

*Боголюбов С.А.* Защита экологических прав: Пособие для граждан и общественных организаций. — М., 1996.

Воздушный кодекс. — М., 1997.

Закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (1991). *Кюнцель Д.* Организм человека. — Берлин, 1988.

*Малахов В.М., Сенин В.Н.* Тепловое загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями // Серия «Экология». — М., 1996.