**Загрязнение атмосферы**

**Введение**

Жизнь начинается с дыхания и заканчивается с его прекращением. Человек может отказаться от приёма недоброкачественной пищи, не пить загрязнённую воду, но не дышать он не может. Стремительный рост численности человечества и его научно-технической вооружённости в корне изменили ситуацию на Земле. Современная цивилизация осуществляет невиданное воздействие на природу. Загрязнение природной среды промышленными выбросами оказывает вредное воздействие на людей, животных, растения, почву, здания, сооружения, снижает прозрачность атмосферы, повышает влажность воздуха, увеличивает число дней с туманами и т. д.

В наше время во всём мире атмосферный воздух загрязняется вредными веществами. К сожалению, человек сам создаёт себе то, что его убивает. Например, автомобиль, его выхлопные газы содержат свинец и другие, вредные для здоровья человека вещества. В больших количествах эти вещества осаждаются на землю возле автострад и шоссе. Нельзя собирать грибы, полезные травы, ягоды менее чем в ста метрах от дороги, так как все растения впитывают в себя ядовитые вещества.

В городах воздух очень сильно загрязняют вредные выбросы промышленных предприятий.

Существуют нормы ПДК, так называемые, предельно допустимые концентрации веществ в воздухе. За этим должны следить специальные органы, например, лаборатория загрязнения окружающей среды, и принимать какие-либо меры: от штрафа до закрытия предприятия.

При этом полностью человек не осознает всю опасность, поэтому, своей курсовой работой я хочу рассказать о проблемах загрязнения воздуха и методах борьбы с этим загрязнением.

Химическое загрязнение атмосферы

Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой и представляет собой смесь газов и аэрозолей приземного слоя атмосферы, сложившуюся в ходе эволюции Земли, деятельности человека и находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений.

Загрязнение атмосферы – это изменение ее состава при поступлении примесей естественного или антропогенного происхождения. Вещества-загрязнители бывают трех видов: газы, аэрозоли и пыль. К аэрозолям относятся диспергированные твердые частицы, выбрасываемые в атмосферу и находящиеся в ней длительное время во взвешенном состоянии.

К основным загрязнителям атмосферы относятся углекислый газ, оксид углерода, диоксиды серы и азота, а также малые газовые составляющие, способные оказывать влияние на температурный режим тропосферы: диоксид азота, хлорфторуглероды (фреоны), метан и тропосферный озон.

Основной вклад в высокий уровень загрязнения воздуха вносят предприятия черной и цветной металлургии, химии и нефтехимии, стройиндустрии, энергетики, целлюлозно-бумажной промышленности, а в некоторых городах и котельные.

Источники загрязнений – это теплоэлектростанции, которые вместе с дымом выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газ, металлургические предприятия, особенно цветной металлургии, которые выбрасывают в воздух окислы азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы. Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, работы транспорта, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Атмосферные загрязнители разделяют на первичные, поступающие непосредственно в атмосферу, и вторичные, являющиеся результатом превращения последних. Так, поступающий в атмосферу сернистый газ окисляется до серного ангидрида, который взаимодействует с парами воды и образует капельки серной кислоты. При взаимодействии серного ангидрида с аммиаком образуются кристаллы сульфата аммония. Подобным образом, в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы, образуются другие вторичные признаки. Основным источником пирогенного загрязнения на планете являются тепловые электростанции, металлургические и химические предприятия, котельные установки, потребляющие более 70% ежегодно добываемого твердого и жидкого топлива.

Основными вредными примесями пирогенного происхождения являются следующие: 1) оксид углерода - получается при неполном сгорании углеродистых веществ. В воздух он попадает в результате сжигания твердых отходов, с выхлопными газами и выбросами промышленных предприятий. Ежегодно этого газа поступает в атмосферу не менее 250 млн. т. Оксид углерода является соединением, активно реагирующим с составными частями атмосферы и способствует повышению температуры на планете, и созданию парникового эффекта; 2) сернистый ангидрид - выделяется в процессе сгорания серосодержащего топлива или переработки сернистых руд (до 70 млн. т. в год). Часть соединений серы выделяется при горении органических остатков в горнорудных отвалах. Только в США общее количество выброшенного в атмосферу сернистого ангидрида составило 85 процентов от общемирового выброса; 3) Серный ангидрид - образуется при окислении сернистого ангидрида. Конечным продуктом реакции является аэрозоль или раствор серной кислоты в дождевой воде, который подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей человека. Выпадение аэрозоля серной кислоты из дымовых факелов химических предприятий отмечается при низкой облачности и высокой влажности воздуха. Пирометаллургические предприятия цветной и черной металлургии, а также ТЭС ежегодно выбрасывают в атмосферу десятки миллионов тонн серного ан гидрида; 4) сероводород и сероуглерод - поступают в атмосферу раздельно или вместе с другими соединениями серы. Основными источниками выброса являются предприятия по изготовлению искусственного волокна, сахара, коксохимические, нефтеперерабатывающие, а также нефтепромыслы. В атмосфере при взаимодействии с другими загрязнителями подвергаются медленному окислению до серного ангидрида; 5) оксиды азота - основными источниками выброса являются предприятия, производящие; азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения, вискозный шелк, целлулоид. Количество оксидов азота, поступающих в атмосферу, составляет 20 млн. т. в год.;

6) соединения фтора - источниками загрязнения являются предприятия по производству алюминия, эмалей, стекла, керамики, стали, фосфорных удобрений. Фторосодержащие вещества поступают в атмосферу в виде газообразных соединений - фтороводорода или пыли фторида натрия и кальция. Соединения характеризуются токсическим эффектом. Производные фтора являются сильными инсектицидами.

7) соединения хлора - поступают в атмосферу от химических предприятий, производящих соляную кислоту, хлоросодержащие пестициды, органические красители, гидролизный спирт, хлорную известь, соду. В атмосфере встречаются как примесь молекулы хлора и паров соляной кислоты. Токсичность хлора определяется видом соединений и их концентрацией.

В металлургической промышленности при выплавке чугуна и при переработке его на сталь происходит выброс в атмосферу различных тяжелых металлов и ядовитых газов. Так, в расчете на I т. предельного чугуна выделяется кроме 2, 7 кг сернистого газа и 4, 5 кг пылевых частиц, определяющих количество соединений мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, паров ртути и редких металлов, смоляных веществ и цианистого водорода.

Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на территории России составляет около 22 – 25 млн. т. в год.

Аэрозольное загрязнение атмосферы

В атмосферу ежегодно поступают сотни миллионов тонн аэрозолей из различных источников. Аэрозоли - это твёрдые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. К аэрозолям относят нитратные и сульфатные соли, а также жидкие капельки серной кислоты, нефть, полихлорированные дифенилы, диоксины и различные пестициды.

Аэрозоли разделяются на первичные (выбрасываются из источников загрязнения), вторичные (образуются в атмосфере), летучие (переносятся на далекие расстояния) и нелетучие (отлагаются на поверхности вблизи зон пылегазовыбросов). Устойчивые и тонкодисперсные летучие аэрозоли - (кадмий, ртуть, сурьма, йод-131 и др.) имеют тенденцию накапливаться в низинах, заливах и других понижениях рельефа, в меньшей степени на водоразделах.

К естественным источникам относят пыльные бури, вулканические извержения и лесные пожары. Газообразные выбросы (например, SO2) приводят к образованию в атмосфере аэрозолей. Несмотря на то, что время пребывания в тропосфере аэрозолей исчисляется несколькими сутками, они могут вызвать снижение средней температуры воздуха у земной поверхности на 0, 1 – 0, 3С°. Не меньшую опасность для атмосферы представляют аэрозоли антропогенного происхождения, образующиеся при сжигании топлива либо содержащиеся в промышленных выбросах.

Средний размер аэрозольных частиц составляет 1- 5 мкм. В атмосферу Земли ежегодно поступает около 1 км3 пылевидных частиц искусственного происхождения. Большое количество пылевых частиц образуется также в ходе производственной деятельности людей.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются ТЭС, которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Чаще всего в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода, реже - оксиды металлов: железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест. Они содержатся в выбросах предприятий теплоэнергетики, черной и цветной металлургии, стройматериалов, а также автомобильного транспорта. Пыль, осаждающаяся в индустриальных районах, содержит до 20% оксида железа, 15% силикатов и 5% сажи, а также примеси различных металлов (свинец, ванадий, молибден, мышьяк, сурьма и т.д.).

Еще большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях. Постоянными источниками аэрозольного загрязнения являются промышленные отвалы - искусственные насыпи из переотложенного материала, преимущественно вскрышных пород, образуемых при добыче полезных ископаемых или же из отходов предприятий перерабатываюшей промышленности, ТЭС. Источником пыли и ядовитых газов служат массовые взрывные работы. Так, в результате одного среднего по массе взрыва (250-300 тонн взрывчатых веществ) в атмосферу выбрасывается около 2 тыс. м3 условного оксида углерода и более 150 т. пыли. Производство цемента и других строительных материалов также является источником загрязнения атмосферы пылью. Основные технологические процессы этих производств - измельчение и химическая обработка шихт, полуфабрикатов и получаемых продуктов в потоках горячих газов всегда сопровождается выбросами пыли и других вредных веществ в атмосферу.

Концентрация аэрозолей меняется в весьма широких пределах: от 10 мг/м3 в чистой атмосфере до 210 мг/м3 в индустриальных районах. Концентрация аэрозолей в индустриальных районах и крупных городах с интенсивным автомобильным движением в сотни раз выше, чем в сельской местности. Среди аэрозолей антропогенного происхождения особую опасность для биосферы представляет свинец, концентрация которого изменяется от 0, 000001 мг/м3 для незаселенных районов до 0, 0001 мг/м3 для селитебных территорий. В городах концентрация свинца значительно выше – от 0, 001 до 0, 03 мг/м3.

Аэрозоли загрязняют не только атмосферу, но и стратосферу, оказывая влияние на ее спектральные характеристики и вызывая опасность повреждения озонового слоя. Непосредственно в стратосферу аэрозоли поступают с выбросами сверхзвуковых самолетов, однако имеются аэрозоли и газы, диффундирующие в стратосфере.

Основной аэрозоль атмосферы – сернистый ангидрид (SO2), несмотря на большие масштабы его выбросов в атмосферу, является короткоживущим газом (4 – 5 суток). По современным оценкам, на больших высотах выхлопные газы авиационных двигателей могут увеличить естественный фон SO2 на 20%. Ежегодное поступление сернистого газа в атмосферу только вследствие промышленных выбросов оценивается почти в 150 млн. т. В отличие от углекислого газа сернистый ангидрид является весьма нестойким химическим соединением. Под воздействием коротковолновой солнечной радиации он быстро превращается в серный ангидрид и в контакте с водяным паром переводится в сернистую кислоту. В загрязненной атмосфере, содержащей диоксид азота, сернистый ангидрид быстро переводится в серную кислоту, которая, соединяясь с капельками воды, образует так называемые кислотные дожди.

К атмосферным загрязнителям относятся углеводороды - насыщенные и ненасыщенные, включающие от 1 до 3 атомов углерода. Они подвергаются различным превращениям, окислению, полимеризации, взаимодействуя с другими атмосферными загрязнителями после возбуждения солнечной радиацией. В результате этих реакций образуются перекисные соединения, свободные радикалы, соединения углеводородов с оксидами азота и серы часто в виде аэрозольных частиц. При некоторых погодных условиях могут образовываться особо большие скопления вредных газообразных и аэрозольных примесей в приземном слое воздуха. Обычно это происходит в тех случаях, когда в слое воздуха непосредственно над источниками газопылевой эмиссии существует инверсия - расположения слоя более холодного воздуха под теплым, что препятствует воздушным массам и задерживает перенос примесей вверх. В результате вредные выбросы сосредотачиваются под слоем инверсии, содержание их у земли резко возрастает, что становится одной из причин образования ранее неизвестного в природе фотохимического тумана.

Пыль, которой мы дышим

Попавшие в воздух твёрдые частицы, особенно в большом количестве, мы обычно называем пылью. Естественным путём частицы пыли попадают в атмосферу из таких источников, как вулканы, эрозия почв, при различного происхождения пожарах и др.

С развитием цивилизации много примесей стало попадать в воздух в результате работы многочисленных двигателей внутреннего сгорания, деятельности различных производств, а также по причине увеличения очагов возгорания, спровоцированных человеком, и т. д.

Все частицы, попадающие в воздух, можно разделить на следующие группы:

а) крупные частицы, осаждающиеся со временем;

б) частицы, слабо или совсем не осаждающиеся;

в) микроскопическая пыль, неосаждающаяся.

Средний диаметр частиц первой группы равен 20 микрон (мкм). Они сосредоточены в основном не выше 3 000 метров над поверхностью земли.

Диаметр второй группы – от 2, 5 до 0, 1 мкм. Благодаря электростатическим силам они способны увеличиваться в размерах и оседать. Эти частицы могут являться эффективными ядрами конденсации водяного пара и способствовать выпадению осадков.

Частицы третьей группы имеют диаметр менее 0, 001 мкм. Они встречаются во всех слоях атмосферы.

Что касается так называемых аэрозольных частиц, то обычно он колеблется от 0, 1 до 20 мкм. Такого рода частицы рассеивают радиацию и влияют на разную степень солнечного освещения, на температуру поверхности почвы.

Аэрозоли в основном попадают в атмосферу во время пыльных бурь в пустынях. Их состав преимущественно кремнеземный. А поскольку деятельность человека приводит к образованию всё новых и новых пустынных районов и увеличению площадей уже имеющихся пустынь, становится ясно, что идёт интенсивный процесс поступления аэрозольных частиц в атмосферу.

В результате вулканической деятельности в атмосферу поступает и сернистый газ, впоследствии образующий частицы серной кислоты, а затем и сульфата аммония.

Морские штормы дают жизнь бесчисленному числу брызг, которые при испарении образуют частицы, состоящие из соли со средним диаметром в 0, 3 мкм, но не выше 3000 м над землёй они почти не поднимаются.

Аэрозоли порождаются также лесными пожарами, посадкой сельскохозяйственных культур на гарях и пр.

Деятельность человека добавляет к этим аэрозолям частица металлического происхождения и угольную пыль (а также сажу). В дыму различных топок и печей, сжигающих уголь и мазут, очень много таких частиц. А в выхлопных газах автомобилей содержится, кроме того, ещё и много свинца. К этому надо добавить пыль от промышленных стройматериалов, цементную пыль, пыль, получающуюся в результате дробления пород в карьерах и пр. Например, для получения 1 т цемента надо раздробить около 5 т различных материалов.

Металлургическая пыль также является источником большого количества аэрозолей. Сталелитейные заводы выбрасывают огромные клубы красного дыма, состоящего из частиц окиси железа, что значительно снижает солнечную инсоляцию на прилегающей территории.

Пыль города и индустриальных центров и районов содержит много частиц различного происхождения – в ней встречаются кварц, полевой шпат, асбест, гипс, сажа, продукты истирания резиновых автомашин и многое другое.

В районах с большим числом промышленных предприятий в аэрозолях можно найти до 20 элементов.

Загрязняют атмосферу и предприятия, производящие фосфорные удобрения, а также кирпич.

При производстве 1 т фосфатов в атмосферу выбрасывается 100 г фтора. Свинец производят в большом количестве – это необходимо и для металлургии (литейное производство), и в автомобилестроении. Одна треть всего свинца в мире идет на производство аккумуляторов. Сжигание различных отходов также дает свинец. Каждый автомобиль в год выбрасывает около 1 т свинца в виде аэрозоля. Его концентрация во многих районах Земли возросла в сотни и сотни раз.

Надо учитывать, что все эти элементы оказываются не только в атмосфере, но и осаждаются на почву, попадая на воду, и на растения. Вот почему нельзя употреблять в пищу растительные продукты (помидоры, лук, огурцы, салат и т. д.), выращенные в черте крупного города на балконах, лоджиях, садовых участках.

Концентрация свинца в городе может доходить до 3 мкг/м3, а в 1 л дождевой воды в городской черте может содержаться до 40 мкг свинца.

Такое большое содержание опасных элементов в атмосфере и почве, воде и продуктов питания людей, естественно, вызывает рост различных заболеваний, в частности рака лёгких, желудка и пр.

Все эти пылевые и аэрозольные частицы, кроме того, вызывают общее помутнение атмосферы, фотохимический смог, отрицательно влияют на интенсивность солнечной радиации, на фотосинтез растений и тепловой баланс планеты в целом, нарушая его естественные процессы.

В целом в атмосфере Земли постоянно находится около 250 млн тонн взвешенных частиц.

Особенно много техногенной пыли образуется при сжигании каменного угля на ТЭЦ и при производстве цемента.

При сгорании бензина и дизельного топлива в воздух попадают капли жидкого горючего.

В воздухе происходят фотохимические реакции между окисью азота и углеводородом (инициируемые солнечным светом) – продукты этих реакций представляют собой жидкие органические соединения, рассеиваемые в виде мельчайших капелек, которые, как уже упоминалось ранее, и вызывают смог.

Болезни людей, вызываемые усилением запылённости. В последние десятилетия резко возросла запыленность атмосферы, что усугубило и без того тяжелую экологическую обстановку в мире. В первую очередь это сказалось на здоровье людей - особенно горожан (жителей крупных промышленных центров). Вспомним, что в Лондоне в 1952 г. за 4 дня смога, спустившегося на город, погибли 4 000 человек, а десятки тысяч людей получили легочные и бронхиальные заболевания. Смоги с большим содержанием пероксилацилнитратов вызывают сильные воспаления, такие, как гиперемия соединительной оболочки глаза. Особенно тяжелые случаи такого рода наблюдались в Лос-Анджелесе. У растений такие смоги повреждают листву и тормозят 4ютосинтез. Из-за смогов горожане все чаще стали заболевать хроническим бронхитом, эмфизой легких, различными аллергическими расстройствами, среди которых наиболее распространена астма. И наконец - рост заболеваний раком легких.

К примеру, в Великобритании 10% смертельных исходов обусловлено хроническим бронхитом. Особенно часто эта болезнь косит курильщиков - после 40 лет у них вероятность этого заболевания в 10 раз больше, чем у некурящих людей.

Еще в 1980 году стало ясно, что присутствие в атмосфере канцерогенных полициклических углеводородов, таких как бензопирен, бензоантрацен, флюорантрен, способствует возникновению рака бронхов и легких. А при вдыхании кремнеземной пыли и силикатов возникают силикоз и фиброцитоз легких, что вызывает отвердение легочных альвеол, теряющих свою эластичность.

Близка к предыдущей болезни и легочная мезотелиома, возникающая при вдыхании асбестовой пыли (которую дают соответствующие производства, а также использование тормозов сцеплений и пр.). Страдают от запыленности воздуха и все другие системы органов человека.

Усиление запылённости атмосферы. Человечество наращивает запыленность, ежегодно сжигая более 3 млрд тонн каменного угля, более 2 млрд тонн нефти, с также 1 млн тонн торфа, древесины и т.д.

Одна только строительная промышленность ежегодно выбрасывает в воздух более 3 млрд т пыли, цемента, крошки, которые, смешиваясь с дымом, сажей, пеплом и ядовитыми веществами химической промышленности, образуют канцерогенную смесь, которой нам приходится дышать. А ведь человеку в сутки требуется пропускать через свои лёгкие 10 тыс. л воздуха, чтобы получать необходимые для жизни 500 л кислорода.

Запыленность атмосферы увеличивает и облачность. К примеру, в Париже за последние 30 лет пасмурных и туманных дней увеличилось более чем в 5 раз. Сотни миллионов тонн пыли поднимаются в воздух во время пыльных бурь, смерчей, ураганов. Случаи переноса миллионов тонн песка происходят постоянно - так в 80-х годах в результате ураганного ветра в Казахских степях были подняты в воздух и перенесены на запад несколько миллионов тонн песка, впоследствии засыпавшие посевы в Румынии.

Впрочем, иногда пыль является благом. Некоторые расчеты показывают, что 12 млн т пыли ежегодно из Африки (Сахара) переносятся через Атлантику в район Амазонки и там оседают, что, кстати, благотворно воздействует на жизнь бедных микроэлементами почв тропических лесов, так как эти частицы пыли богаты фосфатами. И на 1 га в год поступает более 1 кг фосфатов.

Металлическая пыль – особая пыль. Существует и другой постоянный путь поступления пылевых частиц в атмосферу. Имеется в виду «метеоритный дождь». На Землю ежесекундно падают метеориты. Они, сгорая в слоях атмосферы полностью или почти полностью, рассеивают никель, железо, хром, кобальт и другие металлы. Среднегодовое поступление внеземного вещества, по разным оценкам, составляет до 80 млн тонн, причем на материки приходится лишь 30% всех метеоритов, остальная часть падает в океаны.

Много металлов и неметаллов уносят в атмосферу доменные газы - это не только железо, но и медь, свинец, мышьяк и др.

Из тонны пыли, поступающей в атмосферу при плавке медных руд, можно получить до 100 кг меди, несколько меньше свинца и цинка. Сколько полезных металлов человек теряет из-за несовершенства технологий и какой ущерб это приносит биосфере, подсчитать пока еще никто не смог.

Мы только знаем, что тяжелым металлам свойственно накапливаться и концентрироваться, проходя по пищевым цепям, что приводит к отравлениям всего живого, особенно хищников, да и самого человека (то есть верхних ступеней экологической пирамиды).

Запылённость атмосферы как следствие взрывов и войн. Наконец, не надо забывать и про войны, пусть даже и локальные, которые дают о себе знать в том или ином регионе Земли различными экологическими катастрофами (разлив нефти в акваториях морей, загрязнение атмосферы, вызванное взрывами и пожарами не4ггехранилищ, различных складов и пр.). Сравним деятельность вулканов со взрывами бомб. Вулкан Кракатау в Индонезии в 1883 г. выбросил в атмосферу около 20 км3 пыли и пемзы, вулкан Тамбор, также в Индонезии, в 1915 г. дал более 100 км3 пыли. Так вот, поверхностный взрыв бомбы в 1 мегатонну (в 100 раз более сильный, чем тот, который уничтожил Хиросиму) выбросит на высоту до 10 км около 300-400 тыс. т пыли. Взрывы общей мощностью порядка 10 тыс. мегатонн поднимут вверх около 3-4 млрд т пыли. Все это способно сильно повлиять на климат планеты в целом и вызвать чудовищную экологическую катастрофу с уничтожением всякой высшей формы жизни на значительной территории планеты.

Еще в 1961 г. американский исследователь Дж. Хилл вычислил, что ядерные заряды мощностью 1, 3, 10 мегатонн выжигают соответственно 500, 1000, 2100 км2 лесов. В результате взрыва такой мощности возникает самоподдерживающийся пожар. Если он охватывает 1 млн км2, то выбрасывает вверх одномоментно около 4 млрд т сажи. Сухая сажа, попав в верхние слои атмосферы, будет находиться там не менее трёх месяцев, и Землю окутает тьма.[[1]](#footnote-1)1

Метан в атмосфере

Метан – наиболее важный представитель органических веществ в атмосфере. Его концентрация существенно превышает концентрацию остальных органических соединений. В 60-е и 70-е годы количество метана в атмосфере возрастало со скоростью 1% в год, и это объяснялось хозяйственной деятельностью человечества.

Увеличение содержания метана в атмосфере способствует усилению парникового эффекта, так как метан интенсивно поглощает тепловое излучение Земли в инфракрасной области спектра на длине волны 7, 66 мкм. Метан занимает второе место после углекислого газа по эффективности поглощения теплового излучения Земли. Вклад метана в создание парникового эффекта составляет примерно 30% от величины, принятой для углекислого газа. С ростом содержания метана изменяются химические процессы в атмосфере, что может привести к ухудшению экологической ситуации на Земле. Естественно возникает вопрос об управлении химическими и физическими процессами, в которых принимает участие метан. Если молекулы метана попадают в атмосферу, то они вовлекаются в процессы переноса и вступают в химические реакции, которые хорошо известны как качественно, так и количественно. Управление процессами непосредственно в атмосфере в глобальном масштабе практически исключено. До настоящего времени направленное воздействие на атмосферные процессы удавалось осуществить только путём изменения мощности антропогенных источников. Поэтому важно понимать природу естественных и антропогенных источников метана и оценивать их мощность с достаточной степенью достоверности.

История обнаружения атмосферного метана. История обнаружения атмосферного метана коротка. Присутствие его в атмосфере открыто сравнительно недавно, в 1947 году. Концентрация метана невелика. В атмосферной химии для концентрации обычно используют долевые единицы, что связано с тем, что количество примесных молекул, таких, как метан, невелико. Часто концентрации выражают в частях на миллион или миллиард. Например, если концентрация примеси равна одной части на миллион, то это означает, что в одном моле воздуха присутствует 1(Г6 молей примеси. Для удобства вводят обозначения типа ррт, что означает количество частей на миллион.

Классификация метана по его происхождению. Источники метана разнообразны. Метан называется биогенным, если он возникает в результате химической трансформации органического вещества. Если метан образуется в результате деятельности бактерий, то он называется бактериальным (или микробным) метаном. Если его возникновение обязано термохимическим процессам, то он называется термогенным. Бактериальный метан образуется в донных отложениях болот и других водоемов, в результате процессов пищеварения в желудках насекомых и животных (преимущественно жвачных). Термогенный метан возникает в осадочных породах при их погружении на глубины 3—10 км, где осадочные породы подвергаются химической трансформации в условиях высоких температур и давлений. Метан, возникший в результате химических реакций неорганических соединений, называется абиогенным. Он образуется обычно на больших глубинах в мантии земли.

Общее содержание метана в атмосфере и его концентрация. В настоящее время концентрация атмосферного метана составляет 1, 8 ppm. Общее количество метана в атмосфере оценивают в пределах 4600—5000 Тг (Тг = 1012 г). В южном полушарии концентрация метана несколько ниже, чем в северном полушарии. Такое различие обычно связывают с меньшей мощностью источников метана в южном полушарии: считается, что основные источники метана расположены на континентах, а океаны не вносят заметного вклада в глобальный поток метана. Время жизни метана в атмосфере 8-12 лет.

Метан находится в атмосфере в основном в приземном слое, который называется тропосферой и толщина которого составляет 11-15 км. Концентрация метана мало зависит от высоты в интервале от поверхности Земли до тропопаузы, что обусловлено большой скоростью перемешивания по высоте в пределах 0-12 км (1 месяц) в сравнении со временем жизни метана в атмосфере.

Изменение концентрации метана во времени.

Изменение концентрации метана в атмосфере Земли примечательно тем, что позволяет наглядно представить себе характер и масштаб влияния человеческой деятельности на глобальные процессы. Концентрация метана в 70-е годы увеличивалась в атмосфере со скоростью 0, 8—1, 2% в год, что эквивалентно увеличению концентрации на 16, 5 ppbv (ppbv — одна часть на миллиард) в год, а прирост его массы в атмосфере составлял 45 Тг/год. Возникает вопрос, всегда ли было так, что концентрация атмосферного метана ежегодно возрастала. Оказывается, можно проследить изменения в концентрации метана на протяжении 150 тысяч лет и более. С этой целью отбирают керны в материковых льдах Антарктиды или Гренландии. В частности, большое число данных получено на российской станции "Восток" в Антарктиде. Лед в кернах имеет разный возраст: чем глубже он расположен, тем он старше. Состав воздуха в пустотах льда на различной глубине соответствует составу атмосферы в момент образования льда.

Изменение концентрации метана в атмосфере Земли за последние 140 тыс. лет представлены на рис. 1. Кривая осадков характеризует оледенения: мало осадков - оледенение, много осадков - потепление. Из рис. 1 видно, что во время оледенений концентрация метана падала и иногда достигала рекордно низких значений (например, 0, 35 ppm). Важно отметить, что концентрация метана до новой эры никогда не превышала 0, 7 ppm. Естественно, что до новой эры интенсивность хозяйственной деятельности человечества была незначительной и поэтому наблюдаемая концентрация метана обеспечивалась только естественными факторами.

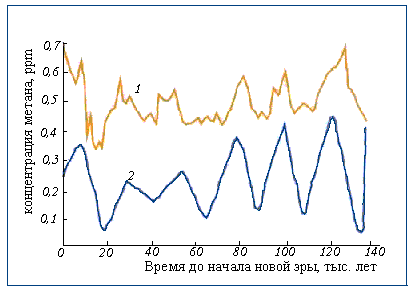


Рис. 1. Зависимость концентрации метана в атмосфере Земли (1) и зависимость осадков от времени, отн. ед. (2)[[2]](#footnote-2)2

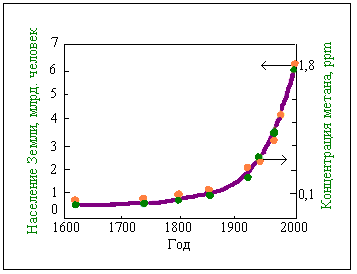


Рис. 2. Изменения содержания метана в атмосфере и населения Земли во времени[[3]](#footnote-3)3

Анализы показывают, что от Рождества Христова вплоть до XVII века концентрация метана в атмосфере Земли была практически постоянной и составляла примерно 0, 7 ppm Затем концентрация метана стала повышаться и одновременно начался интенсивный рост населения Земли (рис. 2) На рис. 2 видно, что за последние 300 лет концентрация метана возросла на 1, 1 ppm. Можно полагать, что этот прирост обусловлен деятельностью человечества. Из данных рис. 2 следует, что в период с начала 60-х годов по настоящее время произошло удвоение прироста концентрации метана, составившее примерно 0, 55 ppm и за это же время удвоилось население земного шара.

Интересное событие произошло в 80-90-е годы: прирост концентрации метана начал падать. Причины этого не вполне ясны Высказывалось робкое предположение, что это связано с тем, что Россия смогла починить свои газопроводы и это привело к остановке в росте концентрации метана. Однако простые оценки показывают [4], что Россия не имеет к этому никакого отношения и что, скорее всего, включились некоторые факторы пока неизвестной природы. Более детальное рассмотрение указанных явлений требует знаний о механизмах поступления метана в атмосферу и о процессах вывода метана из атмосферы.

Стоки метана.

Рассмотрение поведения метана в атмосфере начнем с процессов исчезновения метана. Дело в том, что процессы вывода метана из атмосферы известны в количественном отношении гораздо полнее, чем процессы, обеспечивающие поступление метана в атмосферу. Интенсивность процессов стока метана должна быть примерно равной интенсивности источников метана, что

позволяет более надежно судить о мощности источников метана в атмосфере.

Молекула метана довольно устойчива, и ее нелегко вывести из атмосферы. Метан малорастворим в воде (30 см3 газа растворяется в одном литре воды), и удаление его из атмосферы с помощью осадков не происходит. Для реального удаления из атмосферы метан необходимо переводить в нелетучие соединения или другие газообразные соединения.

Метан, как и многие другие примеси, исчезает из атмосферы, в основном в реакции с радикалом ОН:

ОН + СН4 = Н2О + СНз

Если концентрация метана в атмосфере не растет, то это означает, что скорость поступления метана в атмосферу равна скорости его вывода. Поэтому количественные характеристики этой реакции между метаном и радикалом ОН чрезвычайно важны, так как ошибка в 25% приведет к ошибке примерно в 25% в расчете мощности источников метана. Параметры этой реакции определялись многократно, и тем не менее последние данные показывают, что 10-15 лет назад скорость реакции определялась завышенной примерно на 25%. Это означает, что поток метана в атмосферу с поверхности Земли составляет примерно 400, а не 500 Тг/год, как считалось ранее. Возникает естественный вопрос об источнике радикалов ОН. Необходимо отметить, что радикал ОН — одна из наиболее реакционноспособных частиц в химических процессах. Источником радикала ОН в тропосфере является тропосферный озон (Од). Под действием ультрафиолетового света с длиной волны короче 310 нм молекулы тропосферного озона разрушаются с образованием молекулы кислорода и чрезвычайно реакционноспособного атома кислорода в возбужденном электронном состоянии (0(1D)):

03+hv (310 нм и короче) = О2 + 0(1D)

Атомы кислорода отрывают один атом водорода от воды и получается два радикала ОН:

0(1D) + Н2О = 20Н

Итак, реакции в атмосфере, приводящие к выводу метана, таковы:

ОН + СН4 = Н20 + СНз,

СНз + О2 = СНзО2,

СНзО2 + NO = СНзО + NO2,

СНзО + 02 = СН2О + НО2,

HO2 + NO = OH + NO2,

2[NO2 + hv = NO + 0],

2[0+02 = 0з],

СН4 + 402 = СН2О + Н20 + 20з

Таким образом, в результате многоступенчатого процесса образуются по одной молекуле формальдегида и воды и две молекулы озона. NO и NO2 (NOх ) всегда присутствуют в атмосфере в количествах, достаточных для протекания реакции с их участием.

Из приведенных реакций видно образование нестабильных валентно-ненасыщенных частиц, таких, как СНзО2 или НО2. Эти частицы играют важную роль в процессах в атмосфере. Формально их образование можно представить в процессах отрыва атома водорода от стабильных молекул метилгидроперекиси и перекиси водорода соответственно. Присутствие свободной валентности приводит к высокой реакционной способности, так как эти частицы стремятся к образованию стабильных связей и насыщению валентностей.

Разложение метана до конечных продуктов еще не закончено. Образующиеся молекулы формальдегида начинают участвовать в следующих трех реакциях, которые дают начало новым циклам:

СН2О + hv = Н2 + СО,

СН2О + hv = Н + НСО,

СН2О + ОН = НСО + Н2О

В среднем для атмосферы вероятности протекания этих процессов относятся как 0, 5 : 0, 25 : 0, 25 соответственно, а вторая и третья реакции дают начало следующим циклам, протекающим в присутствии NOх:

СН2О + hv = Н + НСО,

Н + О2 = НО2,

НСО + 02 = СО +НО2,

2[HO2 + NO = OH + NO2],

2[NO2 + hv = NO + 0],

2[0 + 02 = 0з],

СН2О + 402 + hv = СО + 20з + 20Н

В результате этого цикла возникают две молекулы озона и два радикала ОН. Таким образом, метан в присутствии NOх претерпевает конверсию в окислитель, каким является озон. Реакция формальдегида с радикалом ОН также приводит к образованию озона:

СН2О + ОН = НСО + Н2О,

НСО + О2 = СО +НО2,

H02 + NO = OH + N02,

NO2 + hv = NO + О,

0 + 02 = 0з,

СН2О + 202 + hv = СО + Оз + Н20

Далее необходимо рассмотреть реакции СО:

СО + ОН = СО2 + Н,

Н + О2 = НО2,

HO2 + NO = OH+NO2,

NO2+ hv = NO + О,

0 + 02 = 0з,

СО + 202 + hv = СО2 + Оз

В итоге вместо одной исчезнувшей в атмосфере молекулы метана возникает 3, 5 молекулы озона и 0, 5 радикала ОН.

Химический сток в атмосфере — это основной канал вывода метана из атмосферы. Из других стоков некоторое значение имеют поглощение метана почвенными бактериями и уход в стратосферу. Оба стока вносят вклад менее 10% в общий сток метана.

Источники выделения метана.

Метан попадает в атмосферу как из естественных, так и из антропогенных источников. Мощность антропогенных источников в настоящее время существенно превышает мощность естественных. К естественным источникам метана относятся болота, тундра, водоемы, насекомые (главным образом термиты), метангидраты, геохимические процессы. К антропогенным - рисовые поля, шахты, животные, потери при добыче газа и нефти, горение биомассы, свалки. Мощность этих источников приведена в табл. 1. Относительное распределение источников по их мощности дано на рис. 3.

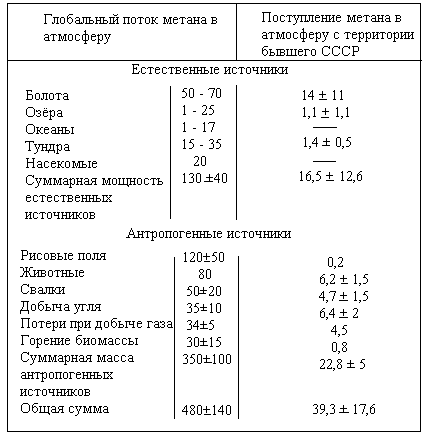


Таблица 1. Мощность естественных и антропогенных источников метана (в Тг/год)[[4]](#footnote-4)

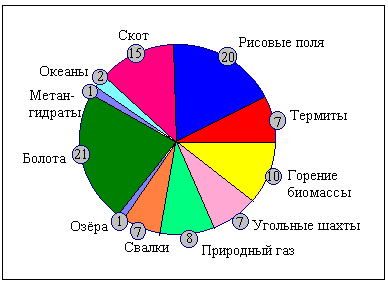
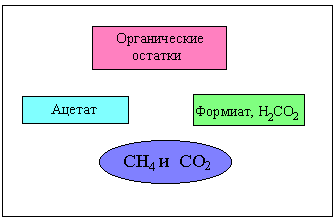


Рис. 3. Доли отдельных источников в общем потоке метана в атмосферу[[5]](#footnote-5)5

Из данных табл. 1 видно, что болота, рисовые поля и животные вносят доминирующий вклад в образование общего потока в атмосферу. Природа образования метана в таких источниках, как болота, озера, рисовые поля, жвачные животные, насекомые, свалки, примерно одинакова - ферментативная переработка клетчатки. Этот процесс можно представить следующей схемой:[[6]](#footnote-6)6



Интенсивность выделения метана из болот меняется в широких пределах. Эмиссия метана от западносибирских болот, которые являются достаточно типичным представителем северных болот, определенная с применением методов газовой хроматографии, составляет примерно 9 мг метана в ч/м2. В среднем эмиссия метана из сибирских болот может достигать 20 Тг/год, что довольно много в сопоставлении с общим потоком метана от болот (50—70 Тг). Нужно сказать, что точность определения эмиссии метана от болот затруднена большим разбросом величин эмиссии при измерении даже на близко расположенных участках. Например, величина эмиссии метана в западносибирских болотах колебалась в интервале от 0, 1 до 40 мг/(м2 \* ч). Большой поток метана от рисовых полей обусловлен резким ускорением транспорта метана внутри полостей в стеблях риса, так как диффузия метана происходит в воздушной среде, а не в воде. Поток метана с рисовых полей достигает в среднем 2, 3 мг/(м2 \* ч).

Количество крупного рогатого скота в мире — около 1, 5 млрд голов. Одна корова производит в сутки около 250 л чистого метана. Этого количества метана хватит, чтобы вскипятить 20 л воды. В развитых странах на свалки вывозится примерно 1, 8 кг мусора в день в расчете на одного человека, в России 0, 6 кг соответственно. Примерно 10% этой массы может конвертироваться в метан. Следовательно, в России производится 60 г метана в сутки в расчете на одного человека.

Шахтный метан возникает в процессе трансформации органических остатков в уголь под влиянием высоких давлений и температур. Можно считать, что в глубинах земли происходит пиролиз органических веществ. Растительные остатки содержат большое количество лигнина, в структуре которого имеется много метильных групп. В ходе термической переработки происходит освобождение метильных радикалов, которые затем отрывают атом водорода от органических молекул и превращаются в метан. Добыча 1 т угля сопровождается выделением 13 м3 чистого метана.

Аналогичный механизм образования метана наблюдается и при горении биомассы. Основной источник метана, выделяющегося при горении биомассы, находится в Африке, где широко практикуется сжигание соломы при подготовке почвы для нового урожая. Использование дерева для приготовления пищи и отопления дает незначительный вклад. Величины потоков метана приведены в табл. 1. Видно, что страны бывшего СССР производят около 5—15% от общего потока метана в атмосферу. В качестве источника не включены насекомые, так как количество термитов на территории бывшего СССР было крайне незначительным. Гидраты метана также не включены, так как оценка запасов гидратов метана в мире и странах бывшего СССР пока очень приблизительна. Следует отметить, что и оценка потока метана от гидратов метана приводит пока к незначительной величине.

Вывод: Роль метана в экологических процессах исключительно велика. В настоящее время насущной задачей для многих регионов земного шара, и в том числе для России, являются инвентаризация существующих источников метана, выявление и прогнозирование появления новых источников. Это важно ещё и потому, что при экспериментальных измерениях мощностей отдельных источников выявлена значительно меньшая мощность, чем предполагалось. Потому не исключена возможность, что мы столкнёмся в будущем с проблемой дефицита метана из традиционных источников, который удастся ликвидировать только на основе изучения нетрадиционных источников.

Парниковый эффект

Быстрое развитие промышленности, энергетики, транспорта, животноводства, выращивание риса, добыча газа приводят к выбросу в атмосферу газов, аэрозолей и пыли, вызывающих парниковый эффект, кислотные дожди, озоновые дыры, различные болезни дыхательных путей. В 1998 г. 50 млн россиян из 147 млн дышали воздухом с различными примесями, концентрации которых превышали предельно допустимые параметры (ПДК).

Сущность парникового эффекта состоит в том, что атмосфера почти целиком пропускает излучение Солнца к Земле, но из-за наличия в атмосфере парниковых газов (газов, вызывающих парниковый эффект) заметно задерживает обратное тепловое (инфракрасное) излучение земной поверхности. Парниковые газы образуют как бы «стеклянную крышу парника» над планетой, и большая часть излучаемого Землей тепла возвращается назад. Тепловая энергия накапливается в приповерхностных слоях атмосферы тем интенсивнее, чем больше в них концентрация парниковых газов. Усиление парникового эффекта приводит к повышению температуры на поверхности Земли и потеплению климата. Благодаря существованию парникового эффекта только 20% теплового излучения земной поверхности безвозвратно уходит в космос. Если бы Земля не имела атмосферы с парниковыми газами, то средняя температура ее поверхности была бы на 33° ниже. Сейчас средняя температура планеты 15°С. Главным парниковым газом на Земле является водяной пар. Огромный вклад в парниковый эффект вносят двуокись углерода СО2 (60% вклада) и метан СН4 (20% вклада). К парниковым газам относятся также закись азота N20 (5% вклада), фреон (15% вклада) и озон.

Двуокись углерода поступает в атмосферу в результате сжигания углеродсодержащих видов топлива (каменный уголь, нефть, газ) в промышленности, автомобильных двигателях (на Земле используется около 600 млн автомобилей), теплоэлектростанциях. В настоящее время в атмосфере содержится 2, 6

103 млрд т СО2 и ежегодно выбрасывается в атмосферу 20 млрд т (6 млрд т углерода). 2 млрд т углерода в СО2 перерабатывается зелеными растениями на суше в процессе фотосинтеза, 2 млрд т перерабатывается в океане, оставшиеся 2 млрд т не перерабатываются и концентрация СО2 в атмосфере возрастает. Если до начала интенсивной человеческой деятельности воздух был возобновляемым ресурсом, то теперь он перестал быть таковым.

Последние несколько сотен тысяч лет естественное содержание СО2 в атмосфере колебалось от 180—200 частиц на 1 млн частиц воздуха в периоды оледенений до 280—300 на 1 млн частиц в теплые климатические эпохи. За последние 200 лет концентрация СО2 в воздухе изменилась с 275 до 350 частиц на 1 млн частиц воздуха, т. е. на 25%, а с 1958 по 1990 гг. концентрация СО2 возросла с 315 до 350 частиц на 1 млн.

Никогда за геологическую историю Земли за столь короткое время не менялось в атмосфере на такую большую величину содержание углекислого газа. По расчетам Национальной академии наук США, к 2100 г. ожидается удвоение концентрации СО2, по другим моделям к этому моменту количество СО2 возрастет в 3 раза. Возможно, что удвоение произойдет уже к середине XXIв.

Метан поступает в атмосферу при добыче газа, нефти и угля, производстве биогаза, из-за гниения органических остатков на залитых водой рисовых полях, роста численности крупного рогатого скота (сейчас на Земле 1 млрд голов крупного рогатого скота). Из-за большого количества скота огромное количество метана выбрасывает в атмосферу Новая Зеландия. Концентрация метана в воздухе растет ежегодно на 1, 2-1, 5%. Сейчас его на 60% больше, чем было в доиндустриальную эру. К середине XXI в. ожидается удвоение концентрации метана в атмосфере.

С ростом применения в сельском хозяйстве азотных удобрений и в результате сгорания углеродсодержащих топлив при высоких температурах в ТЭС в атмосферу выбрасывается закись азота N20. Концентрация N20 растет на 0, 3% в год. Концентрация фреонов растет со скоростью 4% в год. В целом к середине следующего столетия парниковое влияние СН4, N2О и фреонов может быть равным эффекту удвоения концентрации СО2 в атмосфере.

По оценкам Международной конференции ЮНЕП, за последнюю сотню лет температура планеты возросла на 0, 5° из-за роста концентрации СО2, а к 2100 г. должно произойти повышение температуры на 1, 5-4, 5°. Для приполярных широт повышение температуры может достигнуть 10°. Уровень Мирового океана может повыситься на 84 - 117 см к 2050 г. и на 56 - 345 см к 2100 г. из-за таяния полярных льдов и теплового расширения воды. При повышении уровня океана на несколько метров будут затоплены такие города, как Нью-Йорк, Лондон, Санкт-Петербург, Амстердам, Шанхай, Токио и густонаселенные прибрежные территории, где проживает от 30 до 50% населения Земли, т. е. миллиарды человек.

С ростом температуры возрастет и количество осадков. Ливни затопят тропики. Засушливые зоны сдвинутся на север. Площади пустынь увеличатся. Урожаи сократятся. Серьезные изменения климата произойдут в Скандинавии, Сибири и на севере Канады.

При глобальном потеплении на 2° зона сплошной многолетней мерзлоты в нашей стране перестанет существовать, а зона лесотундры достигнет побережья Северного Ледовитого океана. Повышение средней температуры на 1-2° в целом может быть благоприятным для сельского хозяйства европейской части нашей страны, так как позволит использовать для теплолюбивых сельскохозяйственных культур обширные территории. Ожидается, что с началом следующего столетия начнется увеличение количества осадков на всей территории нашей страны, включая самые засушливые области.

В 1986 г. Управление по аэрокосмическим исследованиям США (НАСА) опубликовало результаты исследования процессов, определяющих распределение в атмосфере озона и других газов, важных для состояния атмосферы. По этим данным, средняя температура на Земле должна возрасти на 1, 4 - 4, 0° уже к 2030 г. Повышение температуры будет неравномерным: у полюсов больше, чем на экваторе. Если эти прогнозы окажутся правильными, то многие из живущих сегодня людей будут свидетелями самого быстрого из известных в истории Земли повышения температуры: одним из следствий этого потепления будет разрушительное воздействие на обеспечение населения продовольствием (урожай риса может снизиться на 2 - 5%, а кукурузы на 15-24%) и водой. Такие последствия могут стать угрозой для человечества задолго до того, как растают последние льды и поднимется уровень Мирового океана.

Как известно, неточность в прогнозах велика, и исследователям потребуется минимум 10 лет на то, чтобы найти объяснение данным выводам.

Тем не менее, уже совершенно ясно, что человечество бездумно обращается с атмосферой Земли, не представляя себе всех последствий. Мы должны противостоять угрозе крупномасштабного производства СО2 сокращением использования ископаемых топлив и других веществ, влияющих на тепловой баланс.

В 1997 г. на долю США приходилось 20% эмиссии парниковых газов и 25% выбросов СО2. На долю Северной Америки — 35% выбросов СО2, Западной Европы— 26, СНГ— 13, Азии (без СНГ) — 13%. Чтобы уменьшить выброс СО2 надо уменьшить количество сжигаемого углеродсодержащего топлива.

В июне 1988 г. международная конференция в Торонто рекомендовала индустриально развитым странам сократить выброс СО, в атмосферу к 2005г. как минимум на 20%, используя для этой цели АЭС, а также альтернативные источники энергии: ветра, Солнца и др.

В 1992 г. конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро приняла конвенцию об изменении климата. Цель конвенции — добиться стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Стороны договорились к 2000 г. стабилизировать эмиссию этих газов на уровне 1990 г.

В декабре 1997 г. в Киото была проведена международная конференция по глобальному изменению климата на планете. В ее работе приняли участие 2 тыс. представителей из 159 стран. Был принят заключительный протокол, который предусматривал общее сокращение выбросов в атмосферу парниковых газов (на 5, 2%). К 2008-2012 гг. страны Европейского Союза должны сократить выбросы парниковых газов (от уровня 1990 г.) на 8%, США — на 7, Япония, Канада — на 6%. Россия и Украина к 2012 г. могут производить парниковые газы на уровне 1990 г. из-за уменьшения промышленного производства в последние годы. Пункт об обязательствах развивающихся стран в итоговый документ не вошел. Возможна торговля квотами на эмиссию парниковых газов (те государства, где эмиссия мала, могут продать свою квоту государствам, где эта эмиссия велика). Однако в ноябре 1998 г. Киотский протокол был ратифицирован только Фиджи — островным государством в Тихом океане.[[7]](#footnote-7)

Кислотные дожди

Сжигание каменного угля на ТЭС ведет к выбросам в атмосферу не только двуокиси углерода. Примеси серы, содержащиеся в угле, приводят к выбросам сернистого газа SO2. Как уже отмечалось, ТЭС на угле, обладающая электрической мощностью в 1 ГВт, выбрасывает в окружающую среду 11 млн т СО2, 120 тыс. т сернистого газа и 20 тыс. т оксидов азота. Сжигание нефти дает в 2 раза меньше выбросов сернистого газа, сжигание газа — в 100 раз меньше. В целом ежегодно в атмосферу выбрасывается 190 млн т сернистого газа, 250 млн т пыли, более 65 млн т оксидов азота.

Антропогенные выбросы сернистого газа в 2 раза превышают поступление этого газа в результате природных явлений, антропогенные выбросы оксидов азота составляют примерно 40% от естественных выбросов.

Смешиваясь в облаках с парами воды, сернистый газ порождает серную кислоту, а оксиды азота — азотную кислоту, которые затем падают на землю в виде кислотных дождей.

Проблема кислотных дождей возникла в начале 70-х годов. Наиболее остро она проявилась в странах Скандинавского полуострова, где в тысячах озер стала исчезать рыба, микроорганизмы, причем вода вроде бы оставалась такой же чистой. Понадобились годы исследований, чтобы понять, что закисление среды и ее последствия не только скандинавская проблема, все грозные признаки этого налицо в восточных районах США (за 20 лет кислотность увеличилась в 10-30 раз в 30-60% озер), Канады, ФРГ, Англии, Бельгии, Нидерландах, Польше и других странах Западной и Восточной Европы. Западные области СНГ также попадают в ареал распространения кислотных дождей.

От таких дождей страдают не только озера, но и леса, поля, пастбища. Кислота, падающая с неба, разъедает исторические памятники, трубопроводы, столбы, бетонные фундаменты, кабели. В Западной Европе жертвами кислотных дождей стали 38% лесов. Только в ФРГ от кислотных дождей пострадало около 50% лесов, в Австрии — примерно 30%, поражены леса в Чехии, Словакии, Польше (75%>) и других странах Европы.

Швеция имеет более 100 000 озер на своей территории, из них 18 000 мертвые, лишенные жизни.

В Норвегии в 5000 из 17 500 озер исчезла рыба. В Канаде из-за частых кислотных дождей стали мертвыми 14 000 озер.

Из-за кислотных дождей скорость коррозии в промышленных районах в 2-10 раз выше, чем в сельской местности. Когда люди вдыхают туман, содержащий капельки кислоты, это вызывает у них аллергию и бронхиты. При вдыхании кислотных частиц с пылью, содержащей тяжелые металлы (медь, цинк и др.), возможно появление раковых опухолей.

Главным «экспортером» кислотных дождей в Европе в 80-х годах стала Великобритания. В нашу страну поступает в 8 раз больше сернистого газа и в 7, 3 раза больше оксидов азота, чем выносится с ее территории в другие государства.

Для уменьшения выбросов сернистого газа предлагается:

1. Промывка угля после измельчения. Это приводит к удалению 50-90% соединений серы-пирита и к увеличению стоимости электроэнергии примерно на 10%.

2. Химическое удаление серы — десульфурация. В этом случае затраты на производство электроэнергии возрастут на 15-25%. В США в 1991 г. около 50% угля, используемого на ТЭС, подвергалось очистке. Во Франции и Великобритании очищается весь уголь.

3. Замена угля на низкосернистые виды топлива: нефть и газ.

4. Сжигание угля в псевдосжиженном слое в смеси с песком и известью, которая постоянно как бы кипит под действием вдуваемого снизу воздуха. В результате сера соединяется с известью и удаляется с золой.

5. Использование скрубберов—жидких фильтров, содержащих водный раствор извести, для газообразных продуктов сгорания.

Снижение выбросов оксидов азота возможно при использовании специальных горелок для последовательного досжигания первичных продуктов сгорания с помощью селективного каталитического восстановления оксидов азота и др.

К наиболее неблагоприятным районам России по кислотным осадкам относятся: Кольский полуостров, восточный склон Уральского хребта и район Таймыра. Кислотные осадки присутствуют в радиусе – 10 - 20 км вокруг индустриальных гигантов. При наличии кислотных дождей снижается урожайность капусты, свеклы, огурцов, лука, гороха, салата, ячменя, кукурузы. Повышенная кислотность терпима лишь для картофеля. Для уменьшения кислотности необходимо известкование почвы.

Мировое сообщество принимает определенные шаги по борьбе с кислотными дождями. В 1983 г. вступила в силу Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на больших расстояниях.

В 1985 г. в Хельсинки 20 государств Европы и Канада подписали протокол снижении выбросов серы на 30%.

Проблема уменьшения концентрации озона в атмосфере

Современные проблемы озонового слоя в атмосфере

Роль озонового слоя. В атмосфере Земли слой озона, называемый озоносферой, расположен в стратосфере на высотах 21-26 км. Озоносфера – защитная оболочка, предохраняющая биосферу от биологически активной ультрафиолетовой радиации Солнца с длиной волны менее 310 нм. Полагают, что озоносфера возникла около полумиллиарда лет назад, когда в атмосферу начал поступать биогенный (фотосинтетического происхождения) кислород. С появление озоносферы появилась возможность развития сложных форм жизни на суше. В нынешней атмосфере концентрация озона в данной точке в данный момент времени определяется балансом большого числа противоборствующих процессов. В тропической зоне (± 30° относительно экватора) озоносфера относительно тонкая (приведённая к нормальным условиям толщина 0, 26 см) и весьма устойчивая – мало меняется с сезоном и ото дня ко дню. На более высоких широтах она становится в 1, 5 – 2, 0 раза мощнее, сильно варьирует с сезоном (максимум толщи для северного полушария - весна) и может изменяться за несколько суток на 20 – 30%. Распределение озона также влияет на термический режим атмосферы. Динамика озоносферы в данном случае интересна сама по себе из-за непосредственных гелиобиологических последствий. В центре основной полосы ультрафиолетового поглощения озона близ 260 нм ослабление настолько велико, что изменение толщи озоносферы в её пределах никак не сказывается на интенсивности приземного излучения. Однако на краю полосы, как раз близ максимума эффективности канцерогенного действия на кожу человека (290 – 300 нм), сравнительно небольшие изменения толщи озоносферы приводят к заметным изменениям потока излучения близ земной поверхности. В специально литературе можно часто встретить такую оценку (весьма приближенную): уменьшение толщи озоносферы на 1% приводит на средних широтах к увеличению интенсивности радиации в полосе В (т. е. в диапазоне длин волн 290 - 320 нм) на 2%. Современные изменения показывают, что эта оценка несколько завышена. Более точная величина составляет 1, 2±0, 1% на 1% уменьшения толщи озона. В среднем в атмосфере Земли ежесекундно образуется и исчезает около 100 т озона.

Концентрация озона О3 в слое по широтам и по сезонам года изменяются. Наиболее устойчивый озоновый слой в зоне тропиков, где Солнце обеспечивает постоянное и интенсивное ультрафиолетовое (УФ) излучение, а наименее устойчив у полюсов. Молекулы О3 интенсивно поглощают УФ-излучение Солнца в диапазоне волн около λ=0, 25 мкм, слабо при λ=0, 4 мкм и вновь интенсивно при λ=0, 6 мкм. Поэтому озоновый слой можно рассматривать как защитный экран для живых организмов на Земле от потоков УФ-излучения Солнца. Наибольший защитный эффект достигается в диапазоне длин волн менее λ=0, 32 мкм.

УФ-излучение Солнца по-разному влияет на живые организмы. В диапазоне длин волн менее от 0, 4 до 0, 32 мкм его негативное влияние на живые организмы незначительно. Уф излучение с длиной волны в диапазоне 0, 32-0, 28 мкм вызывает загар и оказывает тонизирующее действие на организм человека при малых дозах облучения; ожоги и разрушения нуклеиновых кислот – при больших дозах. По своему воздействию на живые организмы жесткий ультрафиолет близок к ионизирующим излучениям, однако из-за большей, чем у γ-излучения длины волны он не способен проникать глубоко в ткани и поэтому поражает только поверхностные органы. Уф излучения с длиной λ<0, 28 мкм обладают сильным бактерицидным воздействием и могут привести к злокачественным новообразованиям на открытых участках кожи человека, заболеваниям глаз и ослаблению иммунной системы. Жёсткий ультрафиолет обладает достаточной энергией для разрушения ДНК и других органических молекул, что может вызвать рак кожи, особенно быстротекущую злокачественную меланому, катаракту и иммунную недостаточность. Уже сейчас во всём мире заметно увеличение числа заболевания раком кожи, однако значительное количество других факторов (например, возросшая популярность загара, приводящая к тому, что люди больше времени проводят на солнце, таким образом получая большую долю УФ-облучения) не позволяет однозначно утверждать, что в этом повинно уменьшение содержания озона. Также такое УФ-излучение нарушает фотосинтез растений, поражает планктон, губительно влияет на животных. Жёсткий ультрафиолет плохо поглощается водой и поэтому представляет большую опасность для морских экосистем. Эксперименты показали, что планктон, обитающий в поверхностном слое, при увеличении интенсивности жёсткого УФ-излучения может серьёзно пострадать и даже погибнуть полностью. Планктон находится в основании пищевых цепочек практически всех морских экосистем, поэтому без преувеличения можно сказать, что практически вся жизнь в приповерхностных слоях морей и океанов может исчезнуть. Растения менее чувствительны к УФ-излучению, но при увеличении дозы могут пострадать и они.

Существуют также и другие последствия изменения интенсивности ультрафиолетового излучения.

1. Показатели экосистем, включающие в себя открытые водные бассейны тех или иных масштабов, могут быть модулированы ритмикой солнечной активности, ибо, как выяснилось, для бактерий, простейших и водорослей – обитателей поверхностных слоёв воды толерантность к УФ-излучению довольно точно равна как раз получаемой доле.

2. Известно, что ультрафиолетовое излучение в полосе В влияет на интенсивность фотосинтеза. Поэтому не исключено, что колебания радиации вносят кокой-то вклад в изменения урожайности, прирост деревьев и т. п.

3. Облучение растительных объектов дополнительным потоком УФ-радиации приводит – среди прочих последствий – к возрастанию концентрации активных биологических веществ, таких, как витамины. Переданный через трофические связи, этот эффект может иметь далеко идущие последствия. Например, высказывалось мнение, что повышенное содержание витамина Е в растительности данного региона может быть фактором, регулирующим численность мелких грызунов. Таким образом, может оказаться, что связь ритмики изменения численности этих животных с солнечной активностью осуществляется через динамику озоносферы.

4. Ультрафиолетовая радиация в полосе (λ=290-320 нм) является мутагенным фактором. Модуляция темпа возникновения мутаций может быть сложным и многоступенчатым: возрастание интенсивности радиации первоначально приводит к увеличению концентрации мутагенных веществ в среде обитания, далее – к возрастанию числа мутаций вирусов и бактерий, к увеличению частоты их следования у более высокоорганизованных организмов-хозяев и т. д.

5. УФ-излучение в определённых условиях способно восстанавливать активность инактивированных вирусов внутри клетки. Не исключено, что некоторые из вспышек инфекционных заболеваний нндуцированы явлениями, обусловленными, в конечном итоге, динамикой озоносферы(подобные эффекты должны быть приурочены территориально к областям преимущественного появления локальных озоновых дыр, а во времени располагаться близ сезонного минимума толщи озоносферы – конец лета – осень северного полушария).

Образование и разрушение озона в атмосфере. Разрушение молекул кислорода О2 фотонами УФ-излучения сопровождается образованием атомарного кислорода О, который, взаимодействуя с О2, образует О3 . Одновременно с образованием озона идёт его непрерывное разрушение под действием фотонов УФ и видимого излучения Солнца.

Образование озона описывается уравнением реакции

О2 + О → О3.

Необходимый для этой реакции атомарный кислород выше уровня 20 км образуется при расщеплении кислорода под действием ультрафиолетового излучения с λ < 240 нм:

О2 + hv → 2О.

Ниже этого уровня такие фотоны почти не проникают, и атомы кислорода образуются в основном при фотодиссоциации двуокиси азота

NO2 + hv → NO + O

фотонами мягкого ультрафиолета с λ < 400 нм.

Разрушение молекул озона происходит при их попадании на частицы аэрозолей, но основной сток озона определяют циклы каталитических реакций в газовой фазе:

О3 + Y→ YO + O2

YO+O → Y+O2,

где Y=NO, OH, Cl, Br.

Эти реакции реализуются не только в озоновом слое, но и в тропосфере. Они носят цепной характер, приводя к разрушению 10 молекул озона одной молекулой NOΧ и к разрушению 105 молекул озона при взаимодействии хлора или его соединений.

Впервые мысль об опасности разрушения озонового слоя бала высказана ещё в конце 1960-х годов, тогда считалось, что основную опасность для атмосферного озона представляют выбросы водяного пара и оксидов азота (NOΧ) из двигателей сверхзвуковых транспортных самолётов и ракет. Однако сверхзвуковая авиация развивалась значительно менее бурными темпами, чем предполагалось. В настоящее время в коммерческих целях используется только «Конкорд», совершающий несколько рейсов в неделю между Америкой и Европой, из военных самолётов в стратосфере летают практически только сверхзвуковые стратегические бомбардировщики. Такая нагрузка вряд ли представляет серьёзную опасность для озонового слоя. Выбросы оксидов азота с поверхности земли в результате сжигания ископаемого топлива и массового производства и применения азотных удобрений также представляют определённую опасность для озонового слоя, но оксиды азота нестойки и легко разрушаются в нижних слоях атмосферы. Запуски ракет также происходят не очень часто, впрочем, хлоратные твёрдые топлива, используемые в современных космических системах, например в твёрдотопливных ускорителях «Спейс-Шаттл» или «Ариан», могут наносить серьёзный локальный ущерб озоновому слою в районе запуска.

Техногенное влияние на озоновый слой. Предполагается, что глобальное загрязнение атмосферы некоторыми веществами (фреонами, оксидами азота [NO и NO2] и др.) может нарушить функционирование озонового слоя Земли.

Главную опасность для атмосферного озона составляет группа химических веществ, объединенных термином «хлорфторуглероды» (ХФУ), называемых также фреонами. В течение полувека эти химикаты, впервые полученные в 1928г., считались чудо - веществами. Они нетоксичны, инертны, чрезвычайно стабильны, не горят, не растворяются в воде, удобны в производстве и хранении. И поэтому сфера применения ХФУ динамично расширялась. Хлорфторуглероды уже более 60 лет используются как хладагенты в холодильниках и системах кондиционирования воздуха, пенообразующие агенты в огнетушителях, а также при химической чистке одежды. Фреоны оказались очень эффективны при промывке деталей в электронной промышленности и нашли широкое применение в производстве пенопластиков. А с началом всемирного аэрозольного бума получили самое широкое распространение (их использовали как пропеленты для аэрозольных смесей). Пик их мирового производства пришелся на 1987 – 1988 гг. и составил около 1, 2 – 1, 4 млн т в год, из которых на долю США приходилось около 35%.

Механизм действия фреонов следующий. Попадая в верхние слои атмосферы, эти инертные у поверхности Земли вещества становятся активными. Под воздействием ультрафиолетового излучения химические связи в их молекулах нарушаются. В результате выделяется хлор, который при столкновении с молекулой озона «вышибает» из неё один атом. Озон перестаёт быть озоном, превращаясь в кислород. Хлор же, соединившись временно с кислородом, опять оказывается свободным и «пускается в погоню» за новой «жертвой». Его активности и агрессивности хватает на то, чтобы разрушить десятки тысяч молекул озона.

Активную роль в образовании и разрушении озона играют также оксиды азота, тяжелых металлов (меди, железа, марганца), хлор, бром, фтор. Поэтому общий баланс озона в стратосфере регулируется сложным комплексом процессов, в которых значительными являются около 100 химических и фотохимических реакций. С учетом сложившегося в настоящее время газового состава стратосферы в порядке оценки можно говорить, что около 70% озона разрушается по азотному циклу, 17% – по кислородному, 10% – по водородному, около 2%– по хлорному и другим и около 1, 2 % поступает в тропосферу.

В этом балансе азот, хлор, кислород, водород и другие компоненты участвуют как бы в виде катализаторов, не меняя своего «содержания», поэтому процессы, приводящие к их накоплению в стратосфере или удалению из неё, существенно сказываются на содержании озона. В связи с этим попадание в верхние слои атмосферы даже относительно небольших количеств таких веществ может устойчиво и долгосрочно влиять на установившийся баланс, связанный с образованием и разрушением озона.

Нарушить экологический баланс, как показывает жизнь, совсем несложно. Неизмеримо сложнее восстановить его. Озоноразрушающие вещества на редкость стойки. Различные виды фреонов, попав в атмосферу, могут существовать в ней и творить своё разрушительное дело от 75 до 100 лет.

Современное состояние озонового слоя. В настоящее время ограничения Монреальского и Лондонского протоколов ещё не вступили в полную силу, поэтому воздействие фреонов на озоновый слой ещё сказывается. Общая оценка техногенного влияния на озоновый слой показывает, что в ближайшие годы будет продолжаться его непрерывное истощение (табл. 1)[[8]](#footnote-8)1:

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Год | 2000 | 2050 |
| Потери концентрации озона в атмосфере, % | 3-4 | 10 |

Использование фреонов продолжается, и пока далеко даже до стабилизации уровня ХФУ в атмосфере. Так, по данным сети Глобального мониторинга изменений климата, в фоновых условиях – на берегах Тихого и Атлантического океанов и на островах, вдали от промышленных и густонаселённых районов – концентрация фреонов - 11 и - 12 в настоящее время растёт со скоростью 5 - 9 % в год. Содержание в стратосфере активных фотохимических соединений хлора в настоящее время в 2 – 3 раза выше по сравнению с уровнем 50-х годов, до начала быстрого производства фреонов.

За последние 10 лет среднегодовая концентрация озона в средних и высоких широтах на высоте около 20 км уменьшилась примерно на 10%.

Кроме общих показателей снижения концентрации озона есть сообщения о локальных изменениях в концентрации О3 в атмосфере.

По данным Центральной аэрологической обсерватории Роскомгидромета, в середине апреля 1997 года 15 млн км российских земель вновь оказались «накрыты» атмосферой с самой низкой концентрацией озона за всю историю подобных наблюдений. В опасной зоне находится Западная и Восточная Сибирь, вплоть до Дальнего Востока. Ещё хуже в Якутии, особенно в районе Тикси, где недостаёт 35 – 37 % необходимого озона. Другая опасная зона наблюдалась в районе Мурманска и Архангельска, где не хватало 25% озона.

В 1985 г. специалисты по исследованию атмосферы из Британской антарктической службы сообщили о совершенно неожиданном факте: весеннее содержание озона в атмосфере над станцией Халли-Бей в Антарктиде уменьшилось с 1977 по 1984 годы на 40 %. Вскоре этот вывод подтвердили другие исследователи, показавшие также, что область пониженного содержания озона простирается за пределы Антарктиды и по высоте охватывает слой от 12 до 24 км, то есть значительную часть нижней стратосферы. Наиболее подробным исследование озонового слоя над Антарктидой был международный Самолетный антарктический озоновый эксперимент. В ходе него учёные из 4 стран несколько раз поднимались в область пониженного содержания озона и собрали детальные сведения о её размерах и проходящих в ней химических процессах. Фактически это означало, что в полярной атмосфере имелась «озоновая дыра». В начале 80-х годов по измерениям со спутника «Нимбус-7» аналогичная дыра была обнаружена и в Арктике, правда, она охватывала значительно меньшую площадь и падение уровня озона в ней было не так велико – около 9%. В среднем на Земле с 1979 по 1999 год содержание озона упало на 5%.

После открытия этого явления был выдвинут ряд гипотез, его объясняющих. К наиболее достоверной относят гипотезу о взаимном влиянии переохлаждения облаков в нижней части стратосфере до температур, близких к –70-50°С, и зон, расположенных в околополюсной области, с резко выраженной концентрацией озоноразрушающих примесей. В этой области концентрации СlO и ClO2 в августе и сентябре почти в 100 раз выше, чем вне этой области. С появлением над Антарктидой солнца в августе оксиды хлора начинают интенсивно разрушать озон, что приводит к образованию «дыры». После прогрева солнцем зоны над Антарктидой воздушные массы приносят озон в полюсную зону извне, и «озоновая дыра» исчезает.

Таким образом, явление антарктической «озоновой дыры» - результат сложных физических, фотохимических и динамических процессов. Образование озона возможно только при наличии ультрафиолета и во время полярной ночи не идёт. Зимой над Антарктидой образуется устойчивый вихрь, препятствующий притоку богатого озоном воздуха со средних широт. Поэтому к весне даже небольшое количество активного хлора способно нанести серьёзный ущерб озоновому слою. Такой вихрь практически отсутствует над Арктикой, поэтому в северном полушарии падение концентрации озона значительно меньше. Многие исследователи считают, что на процесс разрушения озона оказывают влияние полярные стратосферные облака. Эти высотные облака, которые гораздо чаще наблюдаются над Антарктидой, чем над Арктикой, образуются зимой, когда при отсутствии солнечного света и в условиях метеорологической изоляции Антарктиды температура в стратосфере падает ниже - 80°С. Можно предположить, что соединения азота конденсируются, замерзают и остаются связанными с облачными частицами и поэтому лишаются возможности вступить в реакцию с хлором. Возможно также, что облачные частицы способны катализировать распад озона и резервуаров хлора. Всё это говорит о том, что ХФУ способны вызвать заметное понижение концентрации озона только в специфических атмосферных условиях Антарктиды, а для заметного эффекта в средних широтах концентрация активного хлора должна быть намного выше.

Новая теория образования «озоновых дыр». Фреоновая гипотеза разрушения озонового слоя в настоящее время является доминирующей. Однако с ней согласны далеко не все учёные. Так, научный сотрудник МГУ В. Л. Сывороткин создал новую теорию естественного происхождения «озоновых дыр». Суть его теории состоит в следующем: в ядре Земли растворено огромное количество водорода, который непрерывно поступает в атмосферу. Взаимодействуя с озоном, водород разрушает его и образует зоны пониженного содержания озона, вплоть до «озоновых дыр». По мнению Сывороткина, на состояние озонового слоя оказывают влияние также метан и соединения азота, прорывающиеся, как и водород, из недр Земли через рифтовые разломы. Особенно активны рифты южного полушария, мощные выбросы глубинных газов характерны и для других рифтовых систем (Исландия, Восточная Африка, Красное море и другие регионы). В России наиболее опасный регион – Прикаспийский. Если предположения Сывороткина верны, то выходит, что техногенные фреоны мало опасны для озонового слоя, а затраты на перевооружение производства, создание новой техники и заменителей фреонов – бессмысленны. Разрабатывать программы борьбы с естественными выбросами газов абсурдно. В этом случае нужно совершенствовать мониторинг атмосферы и принимать адекватные защитные меры.

В заключение хотелось бы сказать, что даже наиболее оптимистичные оценки предсказывают при современном уровне выброса ХФУ в атмосферу серьёзные биосферные нарушения во второй половине ХХI века, поэтому сокращать использование ХФУ по-прежнему необходимо.

Возможности воздействия человека на природу постоянно растут и уже достигли такого уровня, когда возможно нанести биосфере непоправимый ущерб. Уже не в первый раз вещество, которое долгое время считалось совершенно безобидным, оказывается на самом деле крайне опасным. Лет двадцать назад вряд ли кто-нибудь мог предположить, что обычный аэрозольный баллончик может представлять серьёзную угрозу для планеты в целом. К несчастью, далеко не всегда удаётся вовремя предсказать, как то или иное соединение будет воздействовать на биосферу. Однако в случае с ХФУ такая возможность была: все химические реакции, описывающие процесс разрушения озона ХФУ, крайне просты и известны довольно давно. Но даже после того, как проблема ХФУ была в 1974 г. сформулирована, единственной страной, принявшей какие-либо меры по сокращению производства ХФУ, были США, и меры эти были совершенно недостаточны. Потребовалась достаточно серьёзная демонстрация опасности ХФУ для того, чтобы были приняты серьёзные меры в мировом масштабе. Следует заметить, что даже после обнаружения «озоновой дыры» ратифицирование Монреальской конференции одно время находилось под угрозой. Быть может, проблема ХФУ научит с большим вниманием и опаской относиться ко всем веществам, попадающим в биосферу в результате деятельности человечества.

Защита озонового слоя. Если вникнуть в эту динамику, то складывается впечатление, что атмосферная система действительно вышла из равновесия и неизвестно, когда стабилизируется. Возможно, озоновые метаморфозы в какой-то мере есть отражение длительных циклических процессов, о которых мы мало что знаем. Для объяснения нынешних озоновых пульсаций нам не хватает данных. Быть может, они естественного происхождения, и, возможно, со временем все утрясётся.

Многие страны мира разрабатывают и осуществляют мероприятия по выполнению Венских конвенций об охране озонового слоя и Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой.

В чём заключается конкретность мер по сохранению озонового слоя над Землёй?

Согласно международным соглашениям промышленно развитые страны полностью прекращают производство фреонов и тетрахлорида углерода, которые также разрушают озон, а развивающиеся страны – к 2010 г. Россия из-за тяжелого финансово-экономического положения попросила отсрочки на 3 – 4 года.

Вторым этапом должен стать запрет на производство метилбромидов и гидрофреонов. Уровень производства первых в промышленно развитых странах с 1996 г. заморожен, гидрофреоны полностью снимаются с производства к 2030 г. Однако развивающиеся страны до сих пор не взяли на себя обязательств по контролю над этими химическими субстанциями.

Восстановить озоновый слой над Антарктидой при помощи запуска специальных воздушных шаров с установками для производства озона надеется английская группа защитников окружающей среды, которая называется «Помогите озону». Один из авторов этого проекта заявил, что озонаторы, работающие от солнечных батарей, будут установлены на сотнях шаров, наполненных водородом или гелием.

Несколько лет назад была разработана технология замены фреона специально подготовленным пропаном. Ныне промышленность уже на треть сократила выпуск аэрозолей с использованием фреонов, В странах ЕЭС намечено полное прекращение использования фреонов на заводах бытовой химии и т.д.

Разрушение озонового слоя – один из факторов, вызывающих глобальное изменение климата на нашей планете. Последствия этого явления, названного «парниковым эффектом», крайне сложно прогнозировать. А ведь ученые с тревогой говорят и о возможности изменения количества осадков, перераспределении их между зимой и летом, о перспективе превращения плодородных регионов в засушливые пустыни, повышении уровня Мирового океана в результате таяния полярных льдов.

Последствия разрушения озонового слоя можно проиллюстрировать примерами. Так, 1%-ное сокращение озонового слоя вызывает 4%-ный скачок в распространении рака кожи. Ещё раз напомню, что вызывая рак кожи и её старение, ультрафиолетовые лучи одновременно подавляют иммунную систему, что приводит к возникновению инфекционных, вирусных, паразитарных и других заболеваний, к которым относятся корь, ветряная оспа, малярия, лишай, туберкулез, проказа и др. Десятки миллионов жителей планеты полностью или частично потеряли зрение из-за катаракты – болезни, которая возникает в результате повышенной солнечной радиации.

Рост губительного воздействия ультрафиолетового излучения вызывает деградацию экосистем и генофонда флоры и фауны, снижает урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность Мирового океана.

«Озоновая дыра» и… индийские холодильники

На состоявшейся в 1989 г. в Лондоне Международной конференции по спасению озонового слоя Земли министру по охране окружающей среды Индии пришлось довольно туго. Ей (а это была дама – М. Ганди – представительница известной семьи Ганди) пришлось отбивать настойчивые атаки журналистов, обвинивших Индию (а заодно и Китай) в «национальном эгоизме» - разрушении озоновой оболочки Земли.

Почему именно Индию?

Однако всё по порядку.

Как известно жизнь на Земле появилась только после того, как образовался охранный озоновый слой планеты, прикрывший её от жёсткого ультрафиолетового излучения. Многие века ничто не предвещало беды. Однако в последние десятилетия было замечено интенсивное разрушение этого слоя. Оказалось, что примерно с 1975 г. каждой весной над Антарктидой образуется «озоновая дыра»: содержание озона в стратосфере над шестым континентом снизилось до 50 %. Позже угроза обозначилась и на Севере - озоновый слой там сократился на 10 %, а это уже прямо касается густонаселённых стран Европы и Северной Америки. В случае резкого уменьшения озона человечеству грозит, как минимум, вспышка рака кожи и глазных заболеваний. Вообще увеличение дозы ультрафиолетовых лучей может ослабить иммунную систему человека, а заодно уменьшить урожай полей, сократив тем самым продовольственное снабжение Земли.

«Вполне допустимо, что к 2100 году защитное озоновое покрывало исчезнет, ультрафиолетовые лучи иссушат Землю, животные и растения погибнут. Человек будет искать спасение под гигантскими куполами искусственного стекла, кормиться пищей космонавтов». Картинка, нарисованная корреспондентом одного из западных журналов, может показаться вам слишком мрачной. Но вот мнение специалиста – профессора В. Захарова:

«Изменившаяся обстановка обязательно скажется на растительном и животном мире. Урожайность некоторых сельскохозяйственных культур может снизиться на 30%. Изменившиеся условия скажутся и на микроорганизмах – на том же планктоне, являющемся основным кормом морских обитателей».

В чём же причина появления «озоновых дыр» над планетой?

Ответить на этот вопрос не так просто, тем более что наука столкнулась с ним совсем недавно. Есть разные варианты объяснений и прогнозов (может быть, виноваты циклы в природе, может быть, этого явления просто не замечали раньше, когда не было ни станций в Антарктиде, ни современных приборов?), но в одном учёные сходятся: виноваты хлорфторуглероды (фреоны).

Как уже упоминалось ранее, фреоны - это антропогенные вещества, а проще говоря, химические соединения, используемые в производстве аэрозолей, хладагентов (в холодильниках), растворителей и т. д. В нижних слоях атмосферы они не вступают ни в какие химические реакции, а значит не оказывают токсичного действия. Но именно эта инертность позволяет им подниматься в стратосферу. Стратосферный озон образуется в результате воздействия ультрафиолетового излучения на молекулы кислорода (О+ О2 → О3), но туда попадают и атомы хлора, входящие в состав хлорфторуглерода, они-то наиболее эффективно разрушают слой озона (СI + О → СIО + О2). Цикл начинается с того, что в присутствии атома хлора молекула озона расщепляется с образованием монооксида (хлора CIO) и молекулярного кислорода, а затем идёт новый разрушающий цикл, «подхватываются» новые атомы кислорода (CIO + О →СI + О2), хлор «подхватывает» новый этап разрушения. Фреоны являются главным «виновником» разрушения озонового слоя. К сожалению производство их в мире растёт: одни США дают 1⁄2 общей суммы – 800 – 900 тыс т.

Как же быть с этим важным производством?

В 1987 г. в Монреале собралась Международная конференция по этому поводу, принявшая резолюцию – сократить выпуск хлорфторуглеродов на 50% к концу XX века, а через 2 года (1989 г.) в Лондоне на конференцию собрались делегаты из 122 стран, которые потребовали «тотальной приостановки» производства хлорфторуглеродов, правда срок этой приостановки не был точно определён. Но около 20 стран не подписали Монреальский протокол, и среди них такие гиганты как, Китай и Индия. Более того, они заявили в Лондоне, что приостановка производства хлорфторуглеродов должна сопровождаться безвозмездной передачей технологии с Запада, иначе как им быть с недавно налаженным и крайне важным для этих стран производством холодильников? Вот здесь-то и начались первые обвинения в «национальном эгоизме» прежде всего Индии.

Несколько развитых стран заявили о своём желании идти в одиночку по пути полного прекращения производства хлорфторуглеродов, предлагая к 1997 году прекратить их производство. Но вряд ли одиночные инициативы могут помочь делу. Глобальные проблемы требуют глобальных решений.

Учёные всего мира ищут и предлагают альтернативные решения, иногда фантастические. Т. Стокс из Принстонского университета (США) работает над планом, который позволил бы с помощью лазерных лучей устранить загрязняющие вещества в атмосфере. Л. Фадлер из Алабамского университета подсчитал, что весь озоновый слой содержит 3 млрд т чистого озона. Если в ближайшие 100 лет он уменьшится на 6%, то нужно будет добавлять 5, 4 млн т озона в день. Как сделать это? «Мощные генераторы озона на гражданских и военных самолётах», - отвечает Л. Фадлер. Но кто оплатит всё это? И реально ли оказать помощь в налаживании новых технологий Индии и Китаю? Эти вопросы остаются пока без ответов, но их придётся найти…

Загрязнение атмосферы выбросами автомобильного транспорта

Большую долю в загрязнении атмосферы занимает детище научно-технического прогресса – автомобиль. Поглощая столь необходимый для жизни кислород, он интенсивно «обогащает» воздушную среду токсичными компонентами, наносящими вред всему живому и неживому.

Угарный газ и окислы азота, выделяемые из глушителя автомобиля, выступают причинами головных болей, усталости, немотивированного раздражения, низкой трудоспособности. Сернистый газ воздействует на святая святых – генетический аппарат, способствуя бесплодию и врождённым уродствам. Все эти факторы ведут к стрессам, нервным проявлениям, стремлению к уединению, безразличию к самым близким людям. В больших городах широко распространены заболевания органов кровообращения и дыхания, инфаркты, гипертония и новообразования. «Вклад» автомобильного транспорта в атмосферу составляет 90% по окиси углерода и 70% по окиси азота. Автомобиль добавляет в почву и воздух тяжёлые металлы, другие вредные вещества.

В результате сжигания жидкого топлива в воздух ежегодно выбрасывается, по разным оценкам, от 180 тыс. до 260 тыс. т свинцовых частиц, что в 60-130 раз превосходит естественное поступление свинца в атмосферу при вулканических извержениях (2—3 тыс. т/год). В некоторых крупных американских, европейских и японских городах, переполненных автомобилями, содержание свинца в атмосфере уже достигло опасной для здоровья человека концентрации или приближается к ней. При вдыхании городского воздуха крупные свинцовые аэрозоли задерживаются в бронхах и носоглотке, а те, что имеют диаметр менее 1 мк (их примерно 70— 80%), попадают в легкие, а затем проникают в капилляры и, соединяясь с эритроцитами, отравляют кровь. Причем известно, что «свинцовый воздух» вреднее «свинцовой воды». Признаки свинцового отравления — анемия, постоянные головные боли, мышечная боль - проявляются при содержании в крови свинца 80 мкг/100 мл. Это опасный рубеж, начало болезни.

Токсичные вещества нарушают и рост растений, способствуя снижению урожаев, потерям в животноводстве, постепенной гибели деревьев. В растениях может аккумулироваться значительное количество свинца.

Необходимы широкомасштабные и комплексные меры по предотвращению, нейтрализации или хотя бы существенному сокращению тех негативных последствий, которые порождаются автомобилизацией общества.

На рисунке приведена схема экологической безопасности автомобиля в зависимости от его эксплуатационных параметров.[[9]](#footnote-9)1

Как показали многочисленные эксперименты, концентрация токсичных газов, которые проникают в прилегающие к автодорогам здания, в 2—3 раза меньше в сравнении с их концентрацией снаружи. Токсичные вещества, содержащиеся в отработанных газах автомобильных двигателей, могут сохраняться в атмосфере в течение длительного времени и переноситься на значительные расстояния. Первичные загрязнители в атмосфере при соответствующих условиях могут взаимодействовать друг с другом, образуя новые токсичные вещества: сульфаты, нитраты, кислоты, фотооксиданты и др. Атмосферный воздух следует рассматривать как вторичный реактор дообразования вредных веществ, токсичность которых в некоторых случаях значительно превышает токсичность первичных компонентов.

Для предупреждения загрязнения воздушного бассейна в нашей стране в законодательном порядке установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в атмосфере. Для каждого вещества, загрязняющего атмосферный воздух, установлены разовые и среднесуточные ПДК. Разовая ПДК устанавливается при кратковременном воздействии (до 20 мин) загрязнения, а среднесуточная — при постоянном. ПДК устанавливается на основе высокочувствительных методов анализа, позволяющих определить физиологические пределы приспособления организма; коэффициент запаса при этом изменяется от 2 до 100 в зависимости от токсичности конкретного элемента.

Следует заметить, что ПДК разработаны только применительно к организму человека, хотя от загрязнения атмосферы страдает все живое. Предпринимаются попытки разработать новый показатель — предельно допустимую экологическую нагрузку (ПДЭН) на окружающую среду, который позволит учитывать воздействия на любой живой организм.

В настоящее время экологическая ситуация во многих регионах достигла крайней напряженности. Россия в этом плане не является исключением. Во многих крупных городах страны предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе превышены в 10 и более раз. Состояние большинства водных источников не отвечает установленным нормативам, идет опасное загрязнение подземных вод, растет объем токсичных промышленных отходов, основная часть которых вывозится на свалки бытовых отходов. Острой, особенно в городах, является проблема транспортного шума.

По экспертным оценкам, более чем в 150 городах России преобладающее влияние на загрязнение воздушного бассейна оказывает именно автотранспорт. В этот список попадают Сочи, Анапа, Ессентуки, Кисловодск, Нальчик, Пятигорск, Минеральные Воды и ряд крупнейших центров с населением более 500 тыс. человек: Москва, Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону, Воронеж, Краснодар, Пенза, Тюмень и др.

Представляют интерес и объемные показатели выбросов автотранспортом вредных веществ. По различным субъектам Российской Федерации диапазон колебаний их величин достаточно широк: от 16 тыс. т/год до примерно 2 млн т/год. Рекорд принадлежит Тюменской области, где выбросы составляют свыше 1951, 8 тыс. т.

Выбросы в объеме свыше полумиллиона тонн в год наблюдались в Краснодарском крае. Московской области, Башкортостане, Алтайском и Красноярском краях, Ростовской области и в самой Москве.

Результаты всероссийской операции «Чистый воздух», ежегодно проводимой в крупных городах, показали, что из-за неисправностей или неправильных регулировок систем питания и зажигания ДВС экологическим нормам не соответствует 25—30% автомобилей, находящихся в эксплуатации, а показатель выбросов вредных веществ отечественных автомобилей в эксплуатации примерно в 2 раза выше аналогичного показателя в Германии. Неудовлетворительное техническое состояние подвижного состава и автодорог не способствует энергосбережению на автотранспорте и в конечном счете его экологической безопасности.

В России в 2000 г. ожидалось увеличение выбросов вредных веществ автомобильным транспортом на 20%. Предполагалось, что этот рост будет происходить за счет значительного увеличения парка легковых автомобилей и изменения структуры парка грузового транспорта.

Экологические стандарты являются важным элементом нормативной базы создаваемой в настоящее время системы сертификации автотранспорта. Действующие стандарты на токсичность и дымность отработанных газов предъявляют достаточно жесткие требования к экологическим параметрам автомобильной техники. К сожалению, из-за различия в методиках испытаний практически не представляется возможным сопоставить их со стандартами, действующими в других странах, в том числе с требованиями Правил № 15, 24, 49 ЕЭК ООН. В настоящее время практически решен вопрос о прямом применении в России международных экологических стандартов (соответствующих Правил ЕЭК ООН).

В системе эксплуатации автомобильного транспорта используются два стандарта. Первый устанавливает нормы предельно допустимого содержания окиси углерода (СО) и углеводородов (СН) в отработанных газах автомобилей с бензиновыми двигателями.

Второй стандарт регламентирует требования к автомобилям с дизельными двигателями. Он предусматривает проверку как новых, так и находящихся в эксплуатации автомобилей на дымность. Проверка осуществляется на стоящем автомобиле при работе двигателя на двух режимах: при ускорении и максимальной частоте вращения на холостом ходу.

Одним из наиболее опасных параметрических загрязнений окружающей среды является транспортный шум. Эта проблема находится в поле зрения специалистов автомобилестроения, эксплуатации автомобильного транспорта, организации дорожного движения, градопланировки и строительства:

60-80% шумов, настигающих человека в жилой застройке, создают транспортные потоки.

В таблице приводятся данные об источниках транспортного шума.[[10]](#footnote-10)2

В общем случае ограничение загрязнения атмосферы автотранспортом сводится к:

1) совершенствованию двигателя автомобиля и его технического состояния;

2) рациональной организации перевозок и движения;

3) сокращению распространения загрязнения от источника к человеку.

Одно из основных мероприятий — совершенствование конструкции современного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с искровым зажиганием. Наибольшее влияние на токсичность отработанных газов оказывают изменения, вносимые в систему питания и зажигания ДВС, поскольку они определяют процесс воспламенения и сгорания рабочей смеси.

Работы ведутся в следующих направлениях:

- улучшение качества смесеобразования во впускной системе;

- улучшение распыления топлива в карбюраторе;

- применение регуляторов принудительного холостого хода;

- обеспечение равномерного распределения смеси по цилиндрам.

Применение нейтрализаторов позволяет снизить содержание вредных веществ в отработанных газах. В настоящее время наибольшее распространение получили каталитические нейтрализаторы, в которых используются платина, палладий, радий. Эти вещества позволяют существенно снизить порог энергии, при котором начинаются окислительно-восстановительные реакции.

Нейтрализаторы бывают восстановительные и окислительные. В дизелях применяются только окислительные нейтрализаторы, принцип работы которых заключается в том, что отработанные газы, проходя по нейтрализатору, вступают в реакцию с расположенными там гранулами дорогих металлов (платина, палладий) и превращаются в другие, не токсичные вещества.

Различные типы нейтрализаторов размещаются в выпускном тракте ДВС и там в зависимости от принципа работы (каталитический, термический, механический и водяной) выполняют свои функции.

Ведутся поисковые работы по созданию сажевых фильтров с системой регенерации, обеспечивающих снижение выбросов твердых частиц на 80—90%. За рубежом такие системы уже находятся в опытно-серийном производстве.

Отечественные конструкции трехкомпонентных каталитических нейтрализаторов, без которых невозможно обеспечить выполнение перспективных норм выбросов, находятся в стадии лабораторных испытаний.

Другим методом обезвреживания отработанных газов является рециркуляция, т. е. повторное засасывание в цилиндры (вместе с порцией новой горючей смеси), с целью досжигания СО и СН и снижения количества окислов азота непосредственно в цилиндрах двигателя.

На ближайшую перспективу поршневые ДВС останутся основным типом автомобильных двигателей, причем большое развитиедолжны получить дизельные ДВС. Дизельные ДВС начали широко применяться после второй мировой войны на грузовых автомобилях большой грузоподъемности. Но в последние годы такие преимущества дизельного ДВС, как меньший удельный расход топлива (на 30— 35%) и более низкая токсичность отработанных газов, обусловили их широкое применение не только на грузовых автомобилях большой и средней грузоподъемности, автобусах, но и на легковых автомобилях.

Известен двигатель Стерлинга[[11]](#footnote-11)\*, построенный фирмой «Филипс».

Он может работать на спирте, бензине, керосине, дизельном топливе, мазуте, сырой нефти, оливковом и подсолнечном маслах и на некоторых горючих газах. Работает двигатель очень плавно, без вибраций, а уровень его шума сравним с уровнем шума электродвигателя. Токсичность отработанных газов двигателя Стерлинга также значительно ниже токсичности отработанных газов ДВС. Отработанные газы этого двигателя практически не содержат продуктов неполного сгорания (СО, С^Н^, сажа и т. д.) и не имеют неприятного запаха. Это объясняется хорошим качеством смесеобразования, которое можно обеспечить при стационарном процессе сгорания.

Снижение вредных выбросов от автомобилей может быть достигнуто за счет улучшения качества традиционных видов моторного топлива и применения новых, экологически более «чистых» видов горючего. Основное мероприятие здесь — снижение содержания в автомобильных бензинах высокотоксичного антидетонатора тетраэтил-свинца (ТЭС). До настоящего времени около 75% выпускаемых бензинов являются этилированными и содержат от 0, 17 до 0, 37 г свинца на 1 л бензина. При сгорании этилированных бензинов около половины содержащегося свинца выбрасывается с выхлопными газами в атмосферу.

В США, Германии, Швейцарии, Японии и других странах содержание свинца в автомобильных бензинах доведено до минимума (0, 15 г/л и менее), в ближайшее время свинцовые антидетонаторы в этих странах вообще не будут использоваться. В России полный отказ от использования этилированного бензина планировался к 2000 г., что связано с трудностями модернизации технологических процессов нефтепереработки.

Существенное снижение загрязнения окружающей среды и экономия бензина достигаются при замене традиционных видов нефтяного топлива так называемыми альтернативными видами моторного топлива, в первую очередь, газом. В этом плане практическое применение нашли сжиженные пропан-бутановые газы и сжатый природный газ. По экспериментальным оценкам, использование газового топлива снижает выбросы окиси углерода в 2—4 раза, окислов азота — в 1, 1—1, 5 и суммарных углеводородов — в 1, 4—2 раза.

В последние годы широко проводятся исследования в области использования присадок к топливам в целях уменьшения токсичности и дымности выбросов. Применение присадок позволяет снизить дымность в 4—7 раз (в зависимости от процента содержания присадки в топливе и от режима работы двигателя).

Человечество, поставив себя на грань экологической катастрофы, всерьез задумывается о возможности передвижения без помощи двигателя внутреннего сгорания, безжалостно отравляющего воздух. Один из вариантов — использование солнечной энергии. Конечно, современные машины на солнечных батареях еще не могут соперничать с «Вольво» и «Тойотой», но в США, Японии, Австралии подобные разработки ведутся при непосредственном участии известнейших промышленных фирм.

На территории выставки ЭКСПО-70 в Осаке курсировали электротакси. Весьма успешно работают английские конструкторы: еще в начале 1975 г. на улицах Манчестера появился электрический автобус, рассчитанный на 34 пассажира. В Зеленограде группа энтузиастов под руководством Алексея Кноха совместно с центром научно-технического творчества молодежи («ДОКА») создали гелиомобиль, вполне способный потягаться на равных с зарубежными моделями. Вес «солнечного первенца» - 1170 кг, габариты — 4500х1500х800 мм, площадь панелей солнечных батарей — 6 м2. Гелиомобиль имеет два двигателя. Один, мощностью 375 Вт, питается энергией солнечных батарей и в солнечный день обеспечивает движение со скоростью 15 км/час. Второй, мощностью 1100 Вт, работает от аккумулятора. Оба двигателя, работающие одновременно, позволяют развивать скорость до 53 км/час.

Параллельно с интенсивной автомобилизацией общества ведутся научные и технологические разработки в области обеспечения экологической безопасности автотранспортных средств. К сожалению, рост объема и темпы процесса автомобилизации существенно опережают внедрение методов и средств экологической безопасности. Это обусловлено превалированием экономических интересов производителей автомобилей над экологическими и социальными интересами общества, в том числе и самих производителей.

Наивно рассчитывать, что они-могут быть уравновешены посредством агитационно-пояснительной работы. Нужны жесткие государственно-административные меры нормативного характера. Их разработка, применение и контроль за соблюдением должны быть непременной обязанностью всех ветвей власти.

Свинцовый Воздух Москвы

Вопрос загрязнения воздуха Москвы автомобильными выхлопами обсуждался неоднократно. Тем не менее он остаётся одним из важнейших в ряду экологических проблем города. Давайте ещё раз обсудим его.

Очищать сам воздух, как вы понимаете, занятие бессмысленное. Речь может идти только об уменьшении количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при работе автомобильных двигателей.

По мере развития автомобильного транспорта и увеличения числа машин эта проблема стала ощущаться всё острее. Впервые она серьёзно встала около 30 лет назад в США, потом в Англии, Франции, а затем в Японии. Крупные города начал, если говорить образно, задыхаться от автомобильных выбросов. Поэтому решение этой проблемы стало относится к рангу государственной политики. Были приняты соответствубщие законы и разработаны механизмы контроля. Ввели новые нормативы на выбросы автомобилей, и все автомобильные компании должны были в течение 3-5 лет обеспечить соответствие своей продукции новым требованиям. Параллельно шла работа по повышению качества топлива, по развитию дорожной инфраструктуры. Автопроизводители, чтобы выжить в конкурентной борьбе, вынуждены были проводить все эти мероприятия, вкладывать огромные деньги. В противном случае они просто не получали разрешение на продажу своих автомобилей, не отвечающих установленным нормам.

Государство со своей стороны провело много программ государственной помощи таким компаниям: по субсидиям, кредитам, различным льготам и т. п. Только компания «Форд» к началу 80-х годов потратила около 10 млрд $ на разработку и установку нейтрализаторов и , естественно, на переделку всего двигателя.

Внедрение нейтрализаторов позволило сразу резко снизить выбросы автомобилей. Ведь при оптимальном режиме их работы сжигается до 90% СО, около 70% окислов азота и столько же углеводородов.

Повсеместное внедрение катализаторов потребовало фактически новых с точки зрения двигателя машин. В последнее время требование установки катализаторов распространилось и на дизельные автомобили.

В России почувствовали остроту этой проблемы, пожалуй, только последние 7 лет, когда число автомобилей, прежде всего в крупных городах – Москве, Санкт- Петербурге, стало буквально эпидемией. Сегодня выбросы автомобилей составляют уже 91 –92% общего загрязнения воздуха. На все остальные многочисленные городские источники загрязнения воздуха приходится не менее 10%!

В чём причина, что вклад автотранспорта в загрязнения воздуха велик?

Одна из причин – спад промышленного производства в городе и соответственно уменьшение промышленной доли в общем загрязнении воздуха. Другая – резкое увеличение объёмов выбросов автотранспорта: с 400 тыс. до 1, 6 млн т в год.

По нашим проверкам в среднем каждый пятый автомобиль в Москве выбрасывает вредных веществ больше, чем установлено ГОСТом. Вообще каждый автомобиль – это несколько десятков тонн в год выбросов в атмосферу города!

Но есть и положительные моменты. На сегодняшний день в столице установлено нейтрализаторов:

На автобусах с дизельными двигателями – 952;

На грузовых автомобилях разного типа – более 2 тыс.

Этого, конечно, недостаточно, на то, что удалось сделать в условиях сложной финансово-экономической ситуации, - неплохой задел. Особенно если учесть, что катализаторами оснащены постоянно курсирующие по городу машины: пассажирские автобусы, грузовой муниципальный транспорт и т. п.

На какой срок службы рассчитаны нейтрализаторы?

Обычно он рассчитан на 2-3 года, а затем, как любая деталь, должен быть заменен. К сожалению, с самого начала у нас не было законодательных требований по наличию и замене отслуживших нейтрализаторов на импортируемых машинах. Правда и покупая автомобиль, никто, конечно, по личной инициативе не захочет тратить дополнительно 300—400 долл. на его установку или замену. Это первое. А второе — многие иномарки, поступающие к нам, произведены специально для стран, где нет жестких экологических требований.

Что еще можно сделать для уменьшения автомобильных выбросов?

Важную роль играет в этом топливо. Все производимые на сегодняшний день каталитические нейтрализаторы (в мире производится около 50 млн штук в год) основаны на применении благородных металлов: платины, палладия и др. При использовании этилированного бензина они мгновенно выходят из строя. В США этилированный бензин давно запрещен, в Европе кое-где еще производится, но в строго ограниченных количествах, и продается на специальных бензоколонках для старых машин. Бензин без свинца— одно из обязательных условий внедрения катализаторов. В России же, к сожалению, до сих пор около 50% всего бензина производится со свинцом, использующимся для повышения октанового числа. Я уж не говорю о других компонентах (повышенном содержании серы, например), что также мешает нормальной работе катализатора.

Некоторые регионы сейчас запрещают использование этилированного бензина. Он давно запрещен в Крыму, в Сочи. В Москве уже 6 лет действует запрет на его использование, и установлен очень строгий контроль за исполнением данного распоряжения. За последний год, если верить транспортной инспекции и другим контролирующим инстанциям, в Москве не было ни одного случая продажи этилированного бензина. Московская область также приняла подобное постановление.

Кроме свинца есть и другие опасные компоненты в топливе, на которые мы до. последнего времени закрывали глаза. У нас до сих пор нет ГОСТа на содержание в бензине бензола — одного из самых вредных соединений, в то время как во всем мире ограничения на него существуют. Только в 1998 г. впервые на уровне города были утверждены технические условия для городского бензина, где установили ограничения на бензол. Контроль и осуществление подобных решений в столице остаются сложными, потому что на федеральном уровне такой стандарт отсутствует.

То же относится и к содержанию серы. Сейчас все 18 автобусных парков Москвы по распоряжению мэра должны использовать только низкосернистое топливо. Это очень существенный вклад в уменьшение загрязнения воздуха столицы.

Следующий этап более кардинальный — это переход на менее углеводородсодержащее топливо:

природный газ и др. В Москве разработана программа перевода на газ в первую очередь муниципального транспорта (сначала на газодизельный цикл, когда в качестве основного топлива остается все же дизельное, но добавляется 15% газа). Это позволит резко улучшить процесс сжигания и значительно снизить выбросы, прежде всего сажи. Такие автобусы уже есть в Москве. В дальнейшем будут установлены и специальные заправки. Если мы переводим машины, то нужна и инфраструктура заправок.

Перспективным направлением является развитие электротранспорта. Помимо троллейбусов следующим этапом могут стать автобусы, электромобили для коммунальных и муниципальных целей. Это уборка улиц, вывоз мусора и т. п. Такая городская программа тоже существует. В 1999 г. первые несколько десятков электроавтобусов для перевозки посетителей будут поставлены на ВВЦ, Поклонную гору и в зоопарк. Надо отметить, что все они только отечественного производства.

Есть еще направление, по которому мы работаем. Это использование в качестве топлива диметилового эфира. Такое топливо намного чище (оно чище, чем природный газ) и может использоваться дизельными двигателями. А ведь это практически все городские автобусы. Производство диметилового эфира, учитывая наши мощности, проблемы не составляет. В 1998 г. в качестве эксперимента был сделан один такой автомобиль. Сейчас планируем переоборудовать для работы на диметиловом эфире уже несколько автомобилей «Бычок».

Это топливо снимает и проблему досжигания в нейтрализаторах?

Да, никакие нейтрализаторы не нужны. В данном случае окисление идет фактически до воды и досжигать нечего. Это разработка нескольких институтов, прежде всего НИИ двигателей. И, на наш взгляд, это перспективное направление XXI века.

Мы говорили о двигателях, о топливе, теперь коснемся вопроса дорожной инфраструктуры.

Дорожную инфраструктуру можно оценивать по-разному. Она у нас развивается не так быстро, как хотелось бы. И здесь экономические проблемы тесно переплетаются с техническими. Для большинства крупных столиц мира остро стоит проблема парковки автомобилей. Например, в центре Лондона, Рима и других городов на улице вы практически не найдете места для парковки своего автомобиля. Парковка, конечно есть, но на специальных стоянках и с довольно высокой стоимостью. Это экономический механизм ограничения количества машин в городе.

Ряд небольших городов США даже специально создают максимум неудобств для поездки в город на автомобиле. Неудобства в ограниченности парковки, ее высокой стоимости и т. д. При такой стратегии общественный транспорт должен работать максимально эффективно, быть общедоступным и. может быть, даже бесплатным. По всей видимости, и у нас в Москве надо подумать над использованием подобного опыта. По крайней мере уже сейчас ясно, что экономические рычаги влияния на ситуацию в любом случае необходимы. При этом экономические рычаги зачастую более эффективны, чем административные и технические нормы.

Загрязнение атмосферы Москвы автомобильным транспортом и здоровье москвичей

К числу важнейших изменений городской среды Москвы относится ухудшение качества атмосферного воздуха. Автомашины ухудшили условия жизни горожан. Если во второй половине 80-х гг. рост числа автомобилей составлял 50 тыс. в год, то в последние пять лет он достиг свыше 100 тыс. в год. Рост количества автотранспортных средств сопровождался увеличением объемов загрязняющих веществ из выхлопных труб. За это же время объем окислов углерода в городском воздухе возрос на 58%, углеводородов — на 69, оксидов азота — на 84, 4, сажи — на 100%. Все эти вещества по своей массе преобладают в выхлопах машин. Р1о наибольшую опасность помимо окислов азота представляют сернистые и свинцовые соединения. Их содержание в городском воздухе намного возросло.

Город не приспособлен к такому количеству автотранспорта. Длина пробега без остановок между светофорами составляет лишь 400—600 м. В результате средняя скорость передвижения в дневное время в центре столицы и на крупных автомагистралях снижается до 12—20 км/ч, а это увеличивает расход топлива в 3—4 раза. Соответственно увеличиваются и выбросы загрязняющих веществ. Возрастает сжигание топлива при переключении передач в режиме разгона.

Увеличение выбросов загрязняющих веществ в воздух растет с 1989 г. Но особенно возросли темпы загрязнения атмосферы с 1994 г. Доля автомобилей в загрязнении атмосферы Москвы, как уже отмечалось, достигла 90%.

В настоящее время положение в городе критическое. Средняя концентрация диоксида азота в атмосферном воздухе Москвы превысила ПДК в 2, 5 раза. На загруженных автотранспортных магистралях экологическая обстановка приближается к катастрофической. На Ленинском проспекте, где за час проезжает более 9 тыс. машин, ПДК выхлопных газов превышено в 16 раз. Такая же экологическая обстановка на Тверской улице, Садовом кольце, Дмитровском шоссе, Ленинградском проспекте. Здесь всюду ПДК выхлопных газов превышено в 4—16 раз на проезжей части и в 2—8 раз на тротуарах. За один лишь 1995 г. концентрация формальдегида на транспортных магистралях возросла в 1, 7, а бенз(а)пирена в 1, 5 раза.

Максимальные разовые концентрации загрязняющих опасных веществ в разных частях города многократно превышали допустимые пределы. Так, концентрация фенола на Сухаревской площади превышала ПДК в 15 раз, диоксида азота на Балчуге — в 10 раз. Концентрация фенола на Кутузовском проспекте в течение года постоянно держалась на уровне, превышающем ПДК в 3—4 раза, углеводородов — в 7 раз.

Автотранспорт приводит также к специфическим формам загрязнения воздуха. При движении стираются шины, и тысячи тонн резины в виде тонкой пыли попадают в воздух. О масштабе этого явления можно судить по тому, что только при движении городских линейных автобусов образуется 175— 200 т резиновой пыли в год.

Автотранспорт — основной виновник звукового дискомфорта в городе. На его долю приходится до 80% зон звукового дискомфорта в столице. В среднем уровень шума на улицах Москвы достигает 85 дБа при норме 55 дБа.

Нельзя не отметить, что валовой выброс в атмосферу загрязняющих веществ от промышленных предприятий и ТЭЦ в 1995 г. составил 175, 2 тыс. т, что на 60, 7% меньше, чем в 1986 г. Такое сокращение связано с уменьшением выпуска продукции на московских заводах, с остановкой многих предприятий. В то же время засчет автомобильных выхлопов качество атмосферного воздуха намного ухудшилось. Суммарный выброс в атмосферу загрязняющих веществ от всех источников загрязнения в 1996 г. на 54% превысил уровень 1992 г. На одного жителя в год приходится 204, 8 кг вредных веществ (в 1994 г. — 146 кг/год). На 1 кв. м территории города приходится 1, 8 кг таких веществ (в 1994 г. — 1, 27 кг).

Ухудшение качества атмосферного воздуха опасно для здоровья горожан. Человек в сутки потребляет в среднем около 25 кг воздуха. Если даже относительное содержание загрязняющих веществ в воздухе и невелико, их суммарное количество, поступающее в организм при дыхании, может оказаться токсичным.

От загрязнения воздуха в наибольшей степени страдают дети. В Москве в течение года из каждой тысячи детей 980—990 заболевают болезнями органов дыхания. Это на 48% превышает среднюю величину по России. Вслед за ростом загрязнения воздуха происходит обострение хронических заболеваний верхних дыхательных путей, что вызвано, в частности, раздражающим воздействием диоксидов серы, азота, оксидов углерода, альдегидов и продуктов их трансформации, поступающих в атмосферу города с отработанными газами от автотранспорта. К 1997 г. по сравнению с 1990 г. хронические формы респираторных заболеваний у детей возросли на 73%, у подростков — на 50, у взрослых — на 17%. У населения, проживающего вблизи крупных автомагистралей, в 1, 5—2 раза чаще, чем в среднем по Москве, распространены хронические бронхиты и плевриты. Аллергические заболевания у детей увеличились с 1992 по 1996 г. на 229%, у подростков — на 54, у взрослых — на 78%. За последние пять лет распространенность болезней крови среди детей увеличилась в среднем по Москве в 1, 75 раза. Все больше горожан страдает от бронхиальной астмы. По сравнению с 1989 г. заболеваемость ею возросла у детей на 35%, у подростков на 44, у взрослых на 30%. '

Москва явно нуждается в ужесточении экологических требований к автотранспорту, ограничении его численности.

Огромное значение для экологических условий Москвы, для поддержания качества 'ее атмосферного воздуха имеет лесопарковый защитный пояс (АПЗП). Он был организован в' 1960 г. и составлял непосредственно вокруг Москвы 172, 5 тыс. га. 38% площади ЛПЗП занимали леса. Этот пояс был призван служить не только местом отдыха для москвичей, но и поставщиком относительно чистого воздуха из пригородов в Москву, местом сбережения и частичной очистки воды в водохранилищах. К 1997 г. площадь ЛПЗП уменьшилась на 7%, главным образом за счет расширения Москвы. Но и оставшаяся территория начиная с 1991 г. стремительно утрачивает свои природоохранные средовосстановительные и рекреационные функции.

По экологическим показателям оптимальное отношение площади крупнейших городов к площади лесопаркового защитного пояса должно быть не менее 1:5, тогда как в Лондоне, Париже и Вашингтоне это отношение составляет 1:10 и выше (в Москве оно 1:1, 5).

В соответствии с Законом «О местном самоуправлении» (1991 г.) местные власти получили возможность выделять участки земли под строительство и другие виды хозяйственного использования, в том числе и на территории ЛПЗП. Необоснованный и бесконтрольный отвод земельных участков происходит даже в водоохранных зонах. Особенно интенсивно захватываются самые ценные земли ЛПЗП вблизи рек и водохранилищ в Одющовском (водоохранная зона реки Москвы), Мытищинском (водоохранные зоны Клязьминского, Учинского и других водохранилищ канала Москва — Волга), Солнечногорском (Сенежское озеро, Истринское водохранилище) и Истринском районах.

За последние семь лет после принятия Закона о местном самоуправлении перестала существовать единая система лесных массивов. Оставшиеся леса занимают пространство в виде разрозненных полос, разделенных обширными зонами застройки, дорог и инженерных сооружений. Урбанизированные территории занимают ныне уже 37% площади ЛПЗП. Такие территории к востоку от московских пригородов образуют сплошной ареал загрязненного воздуха. К счастью, к западу от Москвы положение иное. А это очень важно, так как именно отсюда поступают в столицу основные воздушные массы.

Разрушению АПЗП способствует малоэтажное строительство в непосредственной близости от Москвы. Под дорогие дачи уже выделено 5 тыс. га. А в дальнейшем для этих целей предполагается вывести из земель ЛПЗП еще 28% площади. В настоящее время лесопарковый защитный пояс в' значительной степени потерял свои экологические функции. Одним из действенных, постоянных и относительно дешевых средств экологической защиты города является озеленение. Все виды зеленых насаждений занимают 30, 8% площади Москвы (это 17 лесопарков, 94 городских и районных парка, 14 садов, 427 скверов). Но наметилась отчетливая тенденция к уменьшению площади зеленых насаждений. С 1993 по 1996 г. она уменьшилась на 3, 5%. За один лишь 1996 г. погибло около 250 тыс. деревьев вдоль автомагистралей. Садовое кольцо полностью лишилось деревьев, еще совсем недавно произраставших вдоль его тротуаров. Причина заключается в выхлопных газах и в широком применении на автодорогах противогололедных солей. Интенсивное поступление в придорожные растения ионов калия, кальция? натрия, магния и хлора приводит к их гибели. Особенно быстро от солей погибают липы и каштаны. Наиболее устойчивы к подобным воздействиям тополя.

Сильный урон зеленому массиву столицы нанес летом 1998 г. ураган. В результате шквального ветра погибло более 120 тыс. деревьев. Сильно пострадал центр Москвы, особенно Александровский сад.

В составе городских территорий выделяется единый природный комплекс' Москвы. Он призван выполнять средозащитные, санитарно-гигиенические рекреационные и эстетические функции. Природный, комплекс включает в себя городские и пригородные леса и лесопарки, парки, озелененные территории различного назначения, водные поверхности и долины рек. В его составе находятся охраняемые территории пириродно-заповедного и историко-краеведческого назначения. К одним относятся, государственный природный национальный парк «Лосиный Остров», природный napк «Битцевский лес», Серебряноборское опытное лесничество Института лесоведения Академии наук, Государственный музей-заповедник - «Коломенское», леса научного значения Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 125 памятников природы местного значения (отдельные деревья, родники, урочища и т. д.), 66 памятников садово-паркового искусства, Ботанический сад Академии наук, Ботанический сад МГУ и его филиал на проспекте Мира.

Ухудшение качества среды отражается на состоянии, здоровья населения и продолжительности его жизни. С 1991 г. население столицы непрерывно сокращается под влиянием естественной убыли. На начало 1997 г. в Москве проживало 8 637 тыс. человек. За последние годы резко сократилась рождаемость. Если в России в среднем она равна 8, 8 на 1000 жителей, то в Москве — лишь 7, 9. Средняя смертность в России равна 14, 3, а в Москве — 15, 1 на 1000 жителей. Низкая рождаемость сопровождается старением населения.

Смертность от всех причин увеличилась в Москве по сравнению с 1990 г. на 18%, в том числе от травм она возросла на 94% (к причинам смерти, которые в медицинской статистике условно называются травмами, относятся убийства, самоубийства, несчастные случаи). Смертность от болезней нервной системы увеличилась за этот период на 53%, инфекционных заболеваний — на 68, болезней органов пищеварения — на 14, психических расстройств — на 438%. На 101% возросла смертность от туберкулеза, который является трагическим следствием нищенского социально-экономического положения большого числа людей в столице. Распространение туберкулеза вызвано плохим питанием и одеждой бедных слоев населения, обилием в городе беженцев и бомжей, которые часто выступают носителями туберкулеза и при этом лишены должной медицинской помощи. Высокая плотность населения, и особенно на транспортных потоках в метрополитене, также способствует распространению туберкулеза.

Сексуальная распущенность, падение общественной морали и нравов, вседозволенность, проституция дают свои горькие плоды. В Москве наблюдается небывалый рост венерических заболеваний. По этому показателю Москва вышла на первое место в стране, обогнав лидировавшие в прошлом портовые города. Особую тревогу вызывает тот факт, что за один лишь 1995 г. заболеваемость сифилисом у детей возросла на 50%. В городе продолжает распространяться СПИД.

Очень сильно возросла в Москве смертность людей в трудоспособном возрасте (с 1990 по 1996 гг. на 31%). Среди всех причин смерти трудоспособного населения первое место занимают травмы и несчастные случаи. Возросшие нервные нагрузки, физическая усталость, стрессы, уменьшение возможностей для занятий спортом и активного отдыха — все это сопровождается ростом сердечных болезней. Смертность трудоспособных людей от болезней сердца возросла на 90%.

Массовое ухудшение питания, его несбалансированность обусловили рост заболеваемости органов пищеварения. Так, у детей она возросла в 1, 4 раза в 1998 г. по сравнению с 1992 г. У взрослых частота заболеваемости гастритом увеличилась на 19%.

В 1996 г. удвоилось число близоруких детей и подростков. Очевидно, это связано с более широким применением в учебных заведениях компьютеров и телевизоров. Особенно страдают от близорукости дети и подростки Центрального административного округа и Зеленограда, где учебные заведения в наибольшей степени оснащены учебными компьютерами.

В целом ухудшение здоровья москвичей обусловлено совокупностью факторов. Во-первых, это неблагоприятная социально-экономическая обстановка в городе. Во-вторых, резкое ухудшение экологических условий. В-третьих, снижение уровня и доступности медицинского обслуживания для широких масс населения. В-четвертых, ухудшение санитарно-гигиенического состояния города, в том числе продовольственных рынков и магазинов.

Техносфера – убийца выходит из-под контроля

Современная цивилизация развивается в техногенной, или, говоря по-русски, - в искусственной среде. Она сама её создала и постоянно воспроизводит. Поэтому экологии, науке о взаимоотношениях биологических видов со средой обитания, настало время исследовать конфликт между живым организмом – человеком – и натюрмортом техногенной среды, в который он сам себя встроил. В этой ситуации сама природа становится третьим действующим лицом, который используется лишь как источник ресурсов, строительный материал для техносферы.

Отсюда следует, что любая техногенная катастрофа в современном мире является экологической, экологические катастрофы в 99 случаях из 100 происходят по техногенным причинам.

Мы обитаем в сложных механизмах, которые называются городами – агрегатами с тысячами разных деталей.

Мы дышим изменённым воздухом, едим отнюдь не с грядки, пьём переработанную воду, перемещаемся в пространстве отнюдь не пешком, а если пешком, то не по земле, а по асфальту.

Современный горожанин привык к статистике ежедневных катастроф и потерь. Но потери эти огромны – таких человечество не несло даже во время самых кровопролитных войн.

Попранный закон

Ключевой закон существования техногенной среды состоит в том, что она нуждается в постоянном уходе, ремонте, развитии, и чем сложнее эта среда, тем жестче работает этот закон. Даже если неукоснительно выполнять его, техносфера все равно всегда агрессивна, каждый должен ждать от нее подвоха, она замечает любую ошибку и жестоко мстит за нее (достаточно вспомнить недавное крушение самолета самой безопасной в мире компании SAS).

Советский Союз преуспел в общемировом деле строительства техно-сферы. После его гибели среда обитания россиян была брошена на произвол минимум на пять лет. Главный закон был нарушен, попран. Страна самых длинных на планете железных дорог, крупнейших в мире заводов и животноводческих комплексов, космодромов и атомных станций поставила над собой невиданный самоубийственный эксперимент. По данным ученых, опубликованных партией "Единство ", в 2003 году должна наступить расплата. Грядет эра катастроф. Откуда исходят угрозы? Кто их носитель? Как им противостоять и что нас пока спасает?

Профилакторий катастроф

Вряд ли пореформенная Россия стала бы развивать систему экологических контролей в промышленности в целях предупреждения техногенных катаклизмов, если бы не Чернобыльское предупреждение и инерция запущенного еще в советские годы маховика экологических реформ. Лишь бы не допустить повторений! Это была сверхзадача, которая не всегда осознавалась даже создателями системы, которая с огромным трудом налаживалась в минувшее десятилетие и вопреки всему действуют. Сегодня - в МПР и ряде специализированных смежных служб.

В каком режиме должен работать этот профилакторий катастроф, какие средства в него необходимо вкладывать (и только ли в него?), чтобы решить "проблему 2003" - вот непростая задача. Касается она не только МПР и различного рода госнадзоров, не только МПС, Минатома, Минпрома, но всей исполнительной и законодательной власти. Если эта задача не будет решена, кабинет министров в пору будет формировать из двух министерств: МЧС и Минздрава, а на просторах нашей Родины будут обитать лишь спасатели и санитары.

Задача действительно непростая, потому что проблема - глобальная, касается не только нас и не вчера возникла.

Столетная война

"Из нефтяной скважины на горе в воздух взвился столб вспыхнувшего газа высотой в сто футов. А еще через минуту огненный нефтяной поток понесся вниз по ущелью..." Вот одно из первых классических описаний техногенной (и экологической) катастрофы, которое дал Джек Лондон в романе "Сердца трех" еще в 1915 году.

Вот уже более ста лет вариации на тему "гибели Помпеи от рук ее жителей" с завидным постоянством повторяются в жизни из года в год и представляют интерес не столько для романистов, сколько для репортеров, да и то не всегда. Чрезвычайные происшествия без жертв или с малым их количеством уже не считаются событиями, достойными описания. И только если происходит нечто, что выходит из этого привычного уже ряда, СМИ дружно берутся за дело и доводят общество до нервного расстройства нагромождением кровавых подробностей. СМИ нужен шокирующий, настоящий ужас.

Настоящий ужас гуляет по всему свету

В 1988 году большую прессу получила катастрофа на нефтяной платформе "Пайпер Альфа", в результате которой она была искорежена взрывами и практически полностью уничтожена огнем.

Расследование, которое длилось целый год, показало, что именно персонал, руководствуясь самыми лучшими побуждениями, запустил страшный механизм собственного уничтожения. Когда отключился один из газоконденсатных насосов, чтобы не снижать темпов работы, была сделана попытка ввести в действие второй, находившийся в ремонте. Однако дежурная смена не знала, что там был демонтирован предохранительный клапан, вместо него стояла заглушка, к тому же - разгерметизированная.

Весь этот сюжет и по мотивации действий, и по какому-то особому, странному состоянию людей, побуждавшему их совершать одну роковую ошибку за другой, очень напоминал начало Чернобыльской аварии. Как здесь, так и там все возможные защитные и спасательные устройства одно за другим отказывались выполнять свои функции и выходили из строя.

Разница состояла лишь в том, что буквально в течение трех часов из 228 человек, находившихся на платформе, погибли мучительной смертью 165 человек персонала и 2 спасателя. Уместно подчеркнуть: эта трагедия произошла через два года после событий на Припяти, что свидетельствует: никаких выводов из того, что случилось у атомщиков, нефтяниками к тому времени сделано не было. Иллюзорное представление о том, что страшные катастрофы по одному ведомству проходить могут, а по другим нет, не изжито и по сей день, как нет и понимания того, что все это звенья одной цепи, а цепь эта опоясала всю Землю.

Восстание тракторов

Пока фантасты пугают читателей будущими восстаниями роботов, на тропу войны с людьми уже давно вступили куда более простые изобретения человеческого ума. Сам человек продолжает активно участвовать в боевых действиях на стороне противника. Вот, например, строчка из газетного отчета об аварии нефтепровода Дон-2 на участке Уфа - Самара: "Причиной аварии стало нарушение целостности трубы проезжающим трактором". Эта фраза, словно взятая из раздела "Нарочно не придумаешь" забытых юмористических изданий, могла бы вызвать улыбку. Если бы не одно обстоятельство. Трактор "нарушил целостность трубы" через 11 с небольшим лет после того, как 3 июня 1989 года в 23 часа 10 минут пассажиры железнодорожных поездов №211 "Новосибирск - Адлер" и №212 "Адлер - Новосибирск" стали жертвами самой страшной в истории страны железнодорожной катастрофы. Сотни человек испытали на себе, что такое адские муки. За сорок минут до встречи этих поездов из магистрального продуктопровода, расположенного в 900 метрах от железной дороги, произошла утечка газа. Невидимая гремучая смесь в ожидании искры растеклась по ложбине и накрыла пути. Как только поезда на курьерской скорости влетели в разлив, раздался страшный взрыв. В его огне сразу погибли 575 человек. 623 человека покалечены.

Следствие выяснило, что утечка газа произошла из-за повреждений, нанесенных трубе за 4 года до катастрофы, в октябре 1985 года, ковшом экскаватора при ведении строительных работ у деревни Средний Казаяк.

Возникает масса вопросов. Сколько трактористов и экскаваторщиков нарушают "целостность труб" в день, в месяц, в год? В силах ли кто-либо прекратить эти вариации на тему чеховского злоумышленника, или они не прекратятся вообще, потому что это родовая черта цивилизации, к которой мы принадлежим?

Бодрое сообщение Госгортехнадзора о том, что "общее количество прорывов на внутрипромысловых трубопроводах в 1999 году снизилось до 27408 случаев, свидетельствует: общественность получает далеко не полную информацию о нарушении целостности труб", да и не особенно этим интересуется. Между тем гремучая смесь уже накопилась в очередной ложбине где-то на просторах великой страны и ждет своей искры. Искра не заставит себя долго ждать. И тогда...

Лучше жить на помойке и погибать в катастрофах, чем пухнуть от голода?

Для биосферы существование техносферы, в том числе и таких ее проявлений, как добыча, транспортировка и переработка сырья, уже само по себе катастрофа. Например, разработка месторождений и строительство в субарктической зоне, что неизбежно нарушает экологический баланс тундры, наносит природе увечья, которые она сама залечить не в состоянии. Рукотворные нефтяные болота, остающиеся навечно борозды от гусениц вездеходов и бульдозеров, горы строительного и бытового мусора, нарушение путей миграции животных, их гибель - вот следы. человека, который "проходит как хозяин". Но настоящий хозяин не оставляет после себя нагромождение ржавых бочек, горы мусора и моря грязи.

Еще Жак Ив Кусто говорил о том, что потери нефти при транспортировке начинают существенно влиять на продуктивность мирового океана: тончайшая радужная пленка, покрывающая сотни тысяч квадратных километров его акватории, весит 1 миллион тонн. Утечки газа (если они не приводят к взрывам) не столь заметны, но и они, по подсчетам экологов, приближают глобальную климатическую катастрофу, внося свой вклад в формирование парникового эффекта.Вклад мирового сообщества в загрязнение океанов не намного перекрывает достижения нашего ТЭК в преображении родной российской биосферы. Только нефтяная промышленность России образует отходов в объеме примерно 700 тысяч тонн в год. Ни правительство, ни производственники понятия не имеют, куда отправлять для утилизации этот гигантский железнодорожный состав с помоями длиной от Москвы до Петербурга. На самом деле, конечно, никакого состава нет: все разлито, разложено, разбросано по свалкам, полигонам и резервуарам временного хранения с разной степенью аккуратности.

Как лечить эти раны - вопрос для будущих поколений россиян.

Возможно, проблема будет решена по той же модели, как в Германии спасали Рейн. Сначала в погоне за деньгами превратили реку в сточную канаву среди бесконечных свалок, а потом на полученные деньги сотворили совсем другую водную артерию. Но пока человечество не настолько богато. А мы - так уж и тем более.

Безнравственно, спору нет, перекладывать ответственность нерадивых дедов на плечи внуков, но сегодня вопрос стоит о том, будут ли эти внуки вообще. И ответ на него во многом зависит как раз от того, сколько сумеет заработать страна, хватит ли средств, чтобы залечить социальные раны переходного периода нефтедолларами и бензорублями. От того, насколько успешен будет этот процесс лечения, зависят социально-экономические условия, благоприятствующие улучшению демографической ситуации в стране. Когда речь идет о том, что важнее - сохранение популяции лемингов или депопуляция людей, глупо рассуждать о том, какой вопрос - главный.

Страну может спасти только быстрый промышленный рост. Его, в свою очередь, может обеспечить только бизнес, который ведут предприятия ТЭК. В этом нас хотят сегодня убедить. Опираясь на этот тезис, добытчики требуют освободить себя от бюрократических препон и от экологического контроля заодно. Если это действительно так, и экологический контроль действительно тормоз, то стоит задуматься: можно ли возродить великое государство на свалке размером в восьмую часть суши.

Но стоит задуматься и над тем, кто же это вдолбил нам в голову, что мы можем зарабатывать на мировом рынке одни нефтедоллары? При всем уважении к нашим добытчикам, Нобелевскую премию получили не они, а академик Алферов, чьи открытия находят во всем мире применение как раз в экологически щадящих отраслях деятельности.

Нефтедоллары и бензоруб-ли используются сейчас, в основном, для латания бюджетных дыр (они уже спасли страну от коллапса) и строительства вилл. Пришло время латать дыры в нефтепроводах.

Кроме того, стоит иметь в виду, что ТЭК - это далеко не вся промышленность, а только одна из ее наиболее экологически грязных составляющих. Есть вещи пострашнее, чем ТЭК.

Размеры кровавой ренты зависят от экономической целесообразности

О том, что грядет эра техногенных катастроф, еще в 80-е годы предупреждал академик Патон. Он относил их к разряду экологических. Не лишним будет повторить: экологией называется наука о взаимоотношениях биологических видов между собой и средой обитания. Классическое определение квалифицирует эту среду как природную. Но, как уже было сказано, для биологического вида человек разумный, окружающая среда уже давно является искусственной, техногенной.

Поэтому одним из главных направлений развития экологии должно быть изучение взаимодействия человека с техносферой и конфликтов, которые возникают в этом непростом взаимодействии со времен Джека Лондона, и, главное - предупреждение этих конфликтов. Ведь их прямым результатом ежегодно становится не только негативное воздействие на природу, но - гибель людей.

Россия всегда развивалась как часть мировой, а следовательно, техногенной цивилизации. Пытается не отстать от Запада и сегодня. Выносим за скобки вопрос о том, хорошо это или плохо, правильно или неправильно, дальновидно или недальновидно. Так развивается человечество, и другого пути пока не придумали. Техногенная среда дарит нам колоссальное количество удобств, от которых мы не собираемся отказываться, но расплачиваемся за них мы отнюдь не только деньгами. Статистика неестественных смертей свидетельствует: смертельный сюрприз могут преподнести и ванна "джакузи", и банка консервов, и баллончик для газовой плиты на даче.

Люди техногенной среды готовы платить за созданный ими уклад любую цену. За последнее десятилетие калеками в автомобильных авариях стало 12 процентов населения США - больше, чем страна потеряла в войнах за всю историю. И это воспринимается спокойно, как обыденная - статистика. 26 тысяч человек в год погибает в России в автокатастрофах. Для сравнения: за 10 лет афганской войны погибло 13 тысяч солдат. И никто не бьет в набат, мало кого это интересует, разве что родственников погибших. Мало того, в Думе попытались ужесточить законодательство, чтобы хоть как-то приостановить этот кровавый вал на автодорогах, но общество дружно проголосовало против, заявив, что лучше жертвы, чем произвол автоинспектора.

СМИ постоянно информируют нас о разгуле насилия и бесконечных волнах убийств. Но мало кто знает, что в результате несчастных случаев на производстве погибает столько же человек, сколько от ножевых ударов, выстрелов и прочих атрибутов злонамеренного лишения жизни, проходящих по ведомству уголовного розыска.

Нефть, кровь техногенной цивилизации, ее живительная влага, обладает свойством гореть, а ее производное - пары бензина — взрываться. Только идиоту или заведомому преступнику придет в голову располагать склады со взрывчаткой в центрах городов. Этого нельзя делать, это - запрещено. На бензоколонки этот запрет не распространяется. Динамит возят спецтранспортом по спецграфику. Бензовозы снуют по городам и весям в общем транспортном потоке. И когда пассажиры троллейбуса, столкнувшегося с таким бензовозом, сгорают заживо в центре Москвы, это трактуется как обычное ДТП, издержки цивилизации.

Что дороже техногенной цивилизации: экономическая целесообразность или жизнь людей?

Ответ не такой уже однозначный, особенно если задуматься над тем, почему, например, пассажирские салоны в лайнерах никто даже и не предлагает оборудовать такими же атрибутами спасения, как, скажем, кресла пилотов истребителей, хотя это технически возможно?

Все это дает основание говорить о том, что в общечеловеческой работе по созданию техногенной среды отводится место для трагедий, и эти трагедии становятся запланированной ее частью.

Естественно, разум не спит и выдумывает разного рода "подушки безопасности".

Между прочим, во Франции, где автомобиль, как и во всем мире, является механизмом-убийцей номер один, смертность на дорогах значительно - с темпом до 5 процентов в год - сокращается. И это при стабильно высоком количестве ДТП. Но это, к сожалению, исключение.

Для того чтобы приспособиться к техногенной среде и научиться проскакивать между ее шестеренками так, как это ловко проделывал Чарли Чаплин, биологическому виду "человек разумный" придется еще долго расплачиваться за измену своей природе и учиться

вести себя в техносфере как индеец в джунглях или космонавт в открытом космосе: самодисциплина и осторожность. России, даже если она сумеет выйти из экономического кризиса, придется, как и всему миру, существовать в условиях постоянного ожидания техногенных катастроф, которые так же естественны для данного типа цивилизации, как грозы или сезонные паводки. Можно с уверенностью сказать, что в XXI веке будут свои "Титаники", и конца цепи несчастий не видно. Вопрос: готовы ли мы вести себя как индейцы в джунглях или как космонавты в открытом космосе?

Агония техносферы в отдельно взятой стране. "Проблемы 2003"

Особая роль России заключается в том, что, выйдя на рубеже 90-х годов из одного потрясшего мир эксперимента, она тотчас же приступила к другому. Техногенная среда на территории страны перестала не только обновляться, но и элементарно воспроизводиться, была брошена на произвол судьбы.

Результат: над Россией сейчас нависли два уровня угроз.

Первый определяется тем, что техногенная среда не может стареть, потому что, старея, она превращается в поле, усеянное минами страшной разрушительной силы. И наша страна быстро, но тем не менее верно превращается в такое поле.

Основные фонды - это станки и технологические линии, транспортная сеть, включая трубопроводы, жилые и производственные здания, муниципальный транспорт, гидротехнические сооружения... Короче, всё то, что определяет производственный потенциал страны и её инфраструктуру. И все находится в состоянии агонии. Сегодня основные фонды действующих отраслей экономики изношены в среднем более чем на 60 процентов. Больше половины железнодорожных вагонов, больше половины кораблей транспортного флота годятся только на металлолом, и этот список можно продолжать и продолжать, в том числе и за счет магистральных нефтепроводов, буровых, предприятий нефтепереработки. Все это вынужденно эксплуатируется, стареет и будет гибнуть по нарастающей, угрожая жизням тысяч и тысяч людей. Помимо автомобильного транспорта, по данным аналитиков, гибель людей, в первую очередь, будут вызывать взрывы бытовых газовых систем, пожары, промышленные выбросы вредных химических веществ, обрушение пришедших в ветхость домов и гидротехнических сооружений.

Варваризация

Угроза усугубляется слабой экономической и социальной мотивацией у большинства людей, занятых эксплуатацией сложных инженерных объектов, начиная с сантехники и кончая авиалайнерами: зарплата не соответствует уровню ответственности. И последние падения самолетов, которые в июле 2001 года происходили почти ежедневно, тому страшное подтверждение.

Этому процессу сопутствует варваризация - потеря навыков, необходимых для того, чтобы держать в узде техногенную среду. Общество перестало в достаточном количестве готовить кадры специалистов, способных вести себя адекватно уровню техногенных угроз.

Речь идет не столько об управленцах и инженерах, сколько о персонале среднего звена и рабочих. То есть не только о тех, кто обязан выполнять закон "О безопасности предприятий ", но и о тех, кто должен ответственно действовать

на своем рабочем месте, придерживаться элементарных требований техники безопасности. Принимая во внимание, что несоблюдение этих самых правил у нас является знаком особой удали, геройства, можно себе представить, сколько еще "открытий чудных" ожидает нас, пока все общество не обретет элементарного чувства самосохранения.

Мы пока вписываемся в мировую статистику катастроф. И этому обязаны таким полузабытым и замалчиваемым сегодня понятиям, как гражданская и производственная ответственность, совесть людей, в том числе руководителей предприятий, инженеров и рабочих, инспекторов и контролеров МПР и других надзорных служб, которые вместе с МЧС и пожарными не только спасают то, что еще можно спасти, но и пытаются вести профилактику катастроф. Ничем другим отсутствие полного краха объяснить нельзя. В 1990 году мне довелось присутствовать на оперативке, которую проводил директор комбината "Маяк" (Челябинск-40). В заключение он сказал: "Представляете, где мы с вами окажемся, если произойдет еще одна авария. Не важно какая. Отрасль прикроют. Но если мы отсюда уйдем, сторожа не справятся". Так он говорил во время каждой оперативки. И отрасль (не без давления "зеленых"), наладив собственную мощную экологическую службу, сохранилась - аварий не было.

Угрозы роста

Второй уровень угроз продемонстрировал пожар Останкино. Ведь башня была предприятием, которое успешно развивалось, и не выдержала связанных с этим перегрузок. То есть опасность обусловлена как раз экономическим ростом, которому мы так радуемся. В данных условиях \_он неотделим от попыток использовать под завязку имеющееся оборудование и мощности. К чему это неизбежно приведет, как раз и продемонстрировало ЧП на Останкинской телебашне. Когда будет исчерпан ресурс всей созданной в советское время техники, участь Останкинской телебашни ожидает сотни тысяч инженерных объектов.

Стратегия устойчивого развития - шаг к безопасному миру

Как выбираться из этой тупиковой ситуации? Задачи, которые перед нами стоят, не поддаются простым решениям, если мы не хотим ходить строем, подниматься по свистку и работать под присмотром надсмотрщика. Но в любом случае придется вспоминать о том, что такое государственная и производственная дисциплина, о том, что законы нужно выполнять, а федеральные программы финансировать в полном объеме. Мотивация есть - это угроза гибели страны.

Если все будет происходить по останкинской модели, по принципу "сгорит все, что может гореть, взорвется все, что взрывается", а взрываться, как мы уже убедились, у нас есть чему, нам предстоят горячие годы невиданных катастроф с огромными моральными и материальными издержками и, главное, потерями в живой силе.

Человечество на наших трагических ошибках станет все решительнее трансформировать техногенную среду в нечто менее опасное и для человека, и для биосферы (что уже и происходит). А что же мы? И мы не сидим сложа руки - ведь вещание с Останкинской телебашни налажено как и встарь, и ретрансляторы опять вовсю работают. Результат - мощность сверхвысокочастотных колебаний в квартирах московских домов, окружающих вышку, в три раза превосходит предельно допустимые нормы! Это называется не в лоб, так по лбу.

Так стоило ли снова возрождать все, как встарь, или взять ситуацию под экологический контроль и направить развитие событий по более щадящему сценарию?

Сегодня есть три подхода к проблеме. Один из них заключается в нагнетании тревоги: все валится и рушится, выход - надеть саван и ползти вон из "этой страны" или на кладбище. Часто в это пике сваливаются "зеленые алармисты". Они правы - да, мы должны осознать, что живем в опасном мире, это объективная реальность, но это не повод для организации паники.

Второй заключается в том, чтобы вообще не обращать внимания на тревожные тенденции, не замечать их, выносить на периферию государственных дел, ликвидировать не причины, а последствия. Самый яркий пример такого подхода - сокрушительные паводки 2001-2002 годов, когда правительство отказывает МПР в средствах для проведения профилактических мероприятий, а потом вынуждено выделять в десятки раз больше денег для реанимации целых регионов. Так происходит, когда экономические модели высокомерно не учитывают экологических реальностей.

Наконец, третий путь. Он заключается в разработке стратегии устойчивого (безопасного) развития страны и экологической доктрины как части этой стратегии. Корректировка краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных планов правительства - в соответствии с этой стратегией и с этой доктриной. Должна быть выработана система точек роста, которая позволяла бы на основе экологически щадящих технологий разрабатывать продукты, способные потеснить в нашем экспорте нефть и газ. Пеньку и деготь мы уже не вывозим.

Интеллектуальный потенциал для реализации третьего пути есть, технологический потенциал пока сохранился, политическая воля у Президента есть. Осталось только соединить все это вместе. И тогда появится надежда, что техносфера будет дарить нам больше удобств, чем огорчений. И мы наконец сумеем выкраивать деньги на охрану той самой природы, которой может вся эта суета надоесть. Надоесть настолько, что она уничтожит техносферу вместе с ее создателями: планета не будет до бесконечности терпеть поразитов на своем теле. Тем более - таких беспокойных.

Мероприятия по охране атмосферного воздуха.

Закон «О6 охране атмосферного воздуха» всесторонне охватывает проблему. Он обобщил требования, выработанные в предшествующие годы и оправдавшие себя на практике. Например, введение правил о запрещении ввода в действие любых производственных объектов (вновь созданных или реконструированных), если они в процессе эксплуатации станут источниками загрязнений или иных отрицательных воздействий на атмосферный воздух. Получили дальнейшее развитие правила о нормировании предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Государственным санитарным законодательством только для атмосферного воздуха были установлены ПДК для большинства химических веществ при изолированном действии и для их комбинаций.

Гигиенические нормативы – это государственное требование к руководителям предприятий. За их выполнением должны следить органы государственного санитарного надзора Министерства здравоохранения и Государственный комитет по экологии.

Большое значение для санитарной охраны атмосферного воздуха имеет выявление новых источников загрязнения воздушной среды, учет проектируемых, строящихся и реконструируемых объектов, загрязняющих атмосферу, контроль за разработкой и реализацией генеральных планов городов, поселков и промышленных узлов в части размещения промышленных предприятий и санитарно-защитных зон.

В Законе «Об охране атмосферного воздуха» предусматриваются требования об установлении нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Такие нормативы устанавливаются для каждого стационарного источника загрязнения, для каждой модели транспортных и других передвижных средств и установок. Они определяются с таким расчетом, чтобы совокупные вредные выбросы от всех источников загрязнения в данной местности не превышали нормативов ПДК загрязняющих веществ в воздухе. Предельно допустимые выбросы устанавливаются только с учетом предельно допустимых концентраций.

Очень важны требования Закона, относящиеся к применению средств защиты растений, минеральных удобрений и других препаратов. Все законодательные меры составляют систему профилактического характера, направленную на предупреждение загрязнения воздушного бассейна.

Существуют также архитектурно планировочные меры, которые направлены на строительство 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. Необходимо осуществлять массовое озеленение городов, т. к. зеленые насаждения впитывают из воздуха многие вредные вещества и способствуют очищению атмосферы. К сожалению, в современный период в России зеленые насаждения не сколько увеличиваются, сколько сокращаются. Не говоря уже о том, что построенные в свое время «спальные районы» не выдерживают никакой критики. Так как в этих районах однотипные дома расположены слишком густо (ради экономии площади) и воздух находящийся между ними подвержен застойным явлениям.

Чрезвычайна остра также проблема рационального расположения дорожной сети в городах, а также качество самих дорог. Не секрет, что бездумно построенные в свое время дороги совершенно не рассчитаны на современное количество машин. Например, в Перми эта проблема чрезвычайно остра и является одной из наиболее важных. Нужно срочное строительство объездной дороги, чтобы разгрузить центр города от транзитного большегрузного автотранспорта. Необходима также капитальная реконструкция (а не косметический ремонт) дорожного покрытия, строительство современных транспортных развязок, выпрямление дорог, устройства звукозащитных барьеров и озеленение придорожной полосы. К счастью, несмотря на финансовые затруднение в последнее время наметились подвижки в этой области.

Необходимо также обеспечить оперативный контроль за состоянием атмосферы, через сеть постоянных и передвижных станций контроля. Также следует обеспечить хотя бы минимальный контроль за чистотой выхлопов автотранспорта, через специальные проверки. Нельзя также допускать процессов горения на различных свалках, т. к. в этом случае с дымом выделяется большое количество вредных веществ.

Закон предусматривает не только контроль за выполнением его требований, но и ответственность за их нарушение. Специальная статья определяет роль общественных организаций и граждан в осуществлении мероприятий по охране воздушной среды, обязывает их активно содействовать государственным органам в этих вопросах, так как только широкое участие общественности позволит реализовать положения этого закона. Так, в нем сказано, что государство придает большое значение сохранению благоприятного состояния атмосферного воздуха, его восстановлению и улучшению для обеспечения наилучших условий жизни людей – их труда, быта, отдыха и охраны здоровья.

Предприятия или их отдельные здания и сооружения, технологические процессы которых являются источником выделения в атмосферный воздух вредных и неприятно пахнущих веществ, отделяют от жилой застройки санитарно-защитными зонами. Санитарно-защитная зона для предприятий и объектов может быть увеличена при необходимости и надлежащем обосновании не более чем в 3 раза в зависимости от следующих причин: а) эффективности предусмотренных или возможных для осуществления методов очистки выбросов в атмосферу; б) отсутствия способов очистки выбросов; в) размещения жилой застройки при необходимости с подветренной стороны по отношению к предприятию в зоне возможного загрязнения атмосферы; г) розы ветров и других неблагоприятных местных условий (например, частые штили и туманы); д) строительства новых, еще недостаточно изученных вредных в санитарном отношении производств.

Размеры санитарно-защитных зон для отдельных групп или комплексов крупных предприятий химической, нефтеперерабатывающей, металлургической, машиностроительной и других отраслей промышленности, а также тепловых электростанций с выбросами, создающими большие концентрации различных вредных веществ в атмосферном воздухе и оказывающими особо неблагоприятное влияние на здоровье и санитарно-гигиенические условия жизни населения, устанавливают в каждом конкретном случае по совместному решению Минздрава и Госстроя России.

Для повышения эффективности санитарно-защитных зон на их территории высаживают древесно-кустарниковую и травянистую растительность, снижающую концентрацию промышленной пыли и газов. В санитарно-защитных зонах предприятий, интенсивно загрязняющих атмосферный воздух вредными для растительности газами, следует выращивать наиболее газоустойчивые деревья, кустарники и травы с учетом степени агрессивности и концентрации промышленных выбросов. Особо вредны для растительности выбросы предприятий химической промышленности (сернистый и серный ангидрид, сероводород, серная, азотная, фтористая и бромистая кислоты, хлор, фтор, аммиак и др.), черной и цветной металлургии, угольной и теплоэнергетической промышленности.

Не менее важной задачей является воспитание у Россиян экологического сознания. Отсутствие очистных сооружение конечно можно объяснять нехваткой денег (и в этом есть большая доля правды), но даже если деньги и есть, их предпочитают потратить на что угодно, только не на экологию. Отсутствие элементарного экологического мышления особенно ощутимо сказывается в настоящее время. Если на западе существуют программы через реализацию которых в детях с детства закладываются основы экологического мышления, то в России пока не наблюдается существенного прогресса в этой области. Пока в России не появится поколение с полноценно сформированным экологическим сознанием, не буде заметно существенного прогресса в осмыслении и предупреждении экологических последствий деятельности человека.

Основной задачей человечества в современный период является полное осознание важности экологических проблем, и кардинальное их решение в короткие сроки. Необходимо развивать новые методы получения энергии основанные не на деструктуризации веществ, а на других процессах. Человечество как единое целое должно взяться за решение этих проблем, ведь если ничего не делать Земля скоро прекратит свое существование как планета пригодная для обитания живых организмов.

**Список литературы**

Ю. Л. Хотунцев Человек, технологии, окружающая среда. – М.: Устойчивый мир (Библиотека журнала «Экология и жизнь»), 2001- 224 с.

Ю. Н. Гладкий, С. Б. Лавров Дайте планете шанс! – М.: Просвещение, 1995 – 207 с.

И. Л. Кароль Глобальные экологические проблемы на пороге XXI века. – М.: Наука, 1998. 228 с.

Экология, охрана природы, экологическая безопасность. Учебное пособие для системы профессиональной подготовки и повышения квалификации госслужащих, руководителей и специалистов промышленных предприятий и организаций. Под редакцией проф. А. Т. Никитина, проф. МНЭПУ С. А. Степанова. – М.: МНЭПУ, 2000.- 648 с.

Государственный доклад «О состоянии окружающей среды РФ в 1998 г.» - Госкомэкологии России, 1999.

Журнал «Основы Безопасности Жизни», № 2, 2000.

Журнал «Экология и жизнь», №1 и № 2, 1999.

«Соросовский Образовательный журнал», № 3, 2002.

Журнал «Экос», № 1, 2002.

А. В. Воронский Прикладная экология. – Ростов н/Д.: «Феникс», 1996. 512с.

1. 1 Журнал «Основы Безопасности Жизни», №2, 2000. [↑](#footnote-ref-1)
2. 2 Данные взяты из Соросовского Образовательного журнала, том 6, № 3,. 2000. [↑](#footnote-ref-2)
3. 3 см. тамже [↑](#footnote-ref-3)
4. Данные взяты из Соросовского Образовательного журнала, том 6, № 3,. 2000. [↑](#footnote-ref-4)
5. 5 Данные взяты из Соросовского Образовательного журнала, том 6, № 3,. 2000. [↑](#footnote-ref-5)
6. 6 см. там же [↑](#footnote-ref-6)
7. [↑](#footnote-ref-7)
8. 1 И. Л. Кароль Глобальные экологические проблемы на пороге ХХI века. М.: Наука, 1998. 298 с. [↑](#footnote-ref-8)
9. 1 Данные взяты из журнала «Экология и жизнь», №2, 1999, с. 62-63. [↑](#footnote-ref-9)
10. 2 Данные взяты из журнала «Экология и жизнь», № 2, 1999, с. 64-66 [↑](#footnote-ref-10)
11. \* Интересная подробность: Роберт Стирлинг, живший в начале XIX века, был священником. В то время люди часто получали увечья и гибли из-за взрывов, вызванных резким повышением давле­ния в паровых машинах. Запросы инже­неров опережали возможности металлур­гов. Требовалась сталь, способная выдер­живать высокое давление, а она тогда от­сутствовала. Однако Роберт Стирлинг пошел по другому пути. Как приличество­вало его сану, он скорбел по человечес­ким трагедиям, и это побудило его скон­струировать двигатель, который должен был работать при более низких, а поэто­му менее опасных давлениях.

    Двигатель Стирлинга долгое время пребывал в забвении, но в последнее время он был вновь возвращен к жизни. Вспомнили о нем потому, что этот двига­тель мало загрязняет окружающую сре­ду, является автономным и малошумным. Кроме того, этот двигатель оказался очень удобным для использования в ре­жиме холодильника, т.е. при обращении цикла. [↑](#footnote-ref-11)