



ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Авторы: В. Ф. Меньшиков, А. В. Яблоков

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, воздействие на биосферу, представляющее опасность для представителей живой природы и устойчивого существования экосистем. Различают природные загрязнения, вызванные естеств. причинами (напр., вулканич. деятельность), и антропогенные, связанные с деятельностью человека. Практически все виды хозяйств. деятельности влекут за собой те или иные формы загрязнения. Она сопровождается увеличением уровня содержания вредных для организмов веществ, появлением новых химич. соединений, частиц и чужеродных материалов, токсичных или не способных к утилизации в биосфере, чрезмерным повышением температуры (тепловое загрязнение), шума (шумовое загрязнение), электромагнитного излучения, радиоактивности (радиоактивное загрязнение) и др. изменениями среды. Ежегодно из недр Земли извлекается более 100 млрд. т разл. пород. При сжигании ок. 1 млрд. т условного топлива (в т. ч. бензина) в биогеохимические циклы включаются не только дополнит. массы оксидов углерода и азота, соединений серы, но и большие количества таких опасных для организмов элементов, как ртуть, свинец, мышьяк и др. Вовлечение в пром. и с.-х. производство тяжёлых металлов значительно превосходит те количества, которые находились в биосферном круговороте за всю предшествующую историю человечества. В биосферу поступает до 67% тепла, вырабатываемого электростанциями. К 21 в. в мире синтезировано ок. 12 млн. ранее не встречавшихся в природе соединений, из которых ок. 100 тыс. широко распространились в окружающей среде (напр., хлорсодержащие пестициды, полихлорбифенилы). З. о. с. столь велико, что естеств. процессы круговорота веществ в природе и разбавляющая способность атмосферы и гидросферы не в состоянии нейтрализовать его вредное воздействие. Нарушаются сложившиеся в ходе длительной эволюции природные системы и связи в

биосфере, подрывается способность природных комплексов к саморегуляции. Экологич. нарушения проявляются в сокращении численности и видового разнообразия организмов, в снижении биологич. продуктивности, деградации экосистем. Наряду с этим происходит неконтролируемое размножение организмов, легко вырабатывающих устойчивые формы (некоторые насекомые, микроорганизмы). И хотя в ряде развитых стран объём выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду к 21 в. уменьшился, в целом загрязнение биосферы нарастает, в т. ч. за счёт глобальных (распространяемых по всему земному шару) и стойких (персистентных, сохраняющихся на протяжении мн. десятков лет) загрязнителей. Непосредств. объектами загрязнения служат атмосфера, водоёмы и почвы.

Загрязнение атмосферы

Сжигание нефти, природного газа, угля, древесины и органич. отходов – осн. источники загрязнения соединениями серы (SO_2 , SO_3 , H_2S), оксидами азота (NO , NO_2 , N_2O) и углерода (CO , CO_2), аэрозолями, пылью, дымами и тяжёлыми металлами. Значит. количества метана выделяются при добыче ископаемого топлива, при сжигании разл. органич. веществ и др. Концентрация CO_2 за последние 200 лет возросла более чем в 1,3 раза, оксидов азота – почти в 1,9 раза, метана – более чем в 3 раза (осн. прирост после 1950). Антропогенные выбросы CO_2 (ежегодный прирост 0,2%, в 2005 превысили 28 млрд. т) и некоторых др. газов, в т. ч. метана, N_2O , фторуглеродов, гексафторида серы (SF_6), озона, создают в атмосфере «парниковый эффект» и могут привести к изменению климата на планете. Ок. 60% попадающей в атмосферу серы имеет антропогенное происхождение (сжигание топлива, производства серной кислоты, меди, цинка и др.). Оксиды серы, азота и углерода взаимодействуют с водяными парами атмосферы, что служит причиной выпадения кислотных дождей, ставших серьёзной экологич. проблемой в Европе, Сев. Америке, Китае. Выбросы в атмосферу хлорфторуглеродов (см. Хладоны) и ряда др. веществ ведут к истощению озонового слоя стратосферы, защищающего всё живое от жёсткого УФ-излучения. В нач. 21 в. было зарегистрировано появление «озоновой дыры» над Антарктикой (пл. 28 млн. км²; на 3,9 млн. км² больше, чем в 2005). Она захватывает также юж. оконечность Юж. Америки, Фолклендские о-ва, Новую

Зеландию, часть Австралии. С появлением «озоновой дыры» связывают увеличение частоты заболевания раком кожи и катарактой. Отмечается возрастание интенсивности УФ-излучения в ср. широтах Сев. и Юж. полушарий Земли и в Арктике. С 1990-х гг. заметную долю в загрязнение атмосферы вносят лесные пожары.

В России более 60 млн. чел. живут в условиях высокого (до 10 ПДК) и очень высокого (более 10 ПДК) загрязнения атмосферы. Ок. 50% всех вредных веществ и до 70% общего объёма парниковых газов поступают в атмосферу от предприятий топливно-энергетич. комплекса (ТЭК). За период с 1999 по 2003 число городов, в которых макс. концентрация загрязнителей десятикратно превышает ПДК, возросло с 32 до 48; осн. загрязнители – свинец, бензопирен, формальдегид, ацетальдегид, соединения марганца, NO_2 , H_2S , сера, пыль. В 2001–04 дополнит. вклад в З. о. с. внесли трансграничные выпадения соединений серы и азота, а также кадмия, свинца и ртути (в осн. из Польши, Украины, Германии), которые превзошли поступления от рос. источников.

Загрязнение пресных водоёмов

Развитие пром-сти, урбанизация и интенсификация с. х-ва в 20 в. привели к существенному ухудшению качества воды в поверхностных континентальных водоёмах и значит. части подземных вод. В начале века преобладало засоление (минерализация), в 1920-х гг. – загрязнение соединениями металлов, в 1930-х гг. – органич. веществами, в 1940-х гг. началась интенсивная эвтрофикация водоёмов; в 1950-х гг. – загрязнение радионуклидами, после 1960-х гг. – закисление. Осн. загрязнителями являются с.-х., пром. и бытовые стоки, с которыми в водоёмы поступают соединения азота, фосфора, серы, мышьяка, свинца, кадмия, ртути, хрома, меди, фтора и хлора, а также углеводороды. Широкомасштабная очистка пром. сточных вод начала производиться в большинстве стран только во 2-й пол. 20 в. В Зап. Европе очищается более 95% сточных вод; в развивающихся странах – ок. 30% (Китай планирует очищать 50% сточных вод к 2010). Наиболее эффективные очистные сооружения удаляют до 94% фосфорсодержащих и до 40% азотсодержащих соединений. Загрязнение водоёмов с.-х. стоками обусловлено прежде всего наличием в них разл. удобрений и пестицидов (ежегодно используется

до 100 млн. т, до 300 кг на 1 га с.-х. угодий; до 15% из них вымывается). Кроме того, они содержат стойкие органич. соединения, в т. ч. хлорсодержащие пестициды, полихлорбифенилы, диоксины. Поступление азота и фосфора сопровождается интенсивным развитием водных растений и дефицитом кислорода в водоёмах и, как следствие, существенным нарушением водных экосистем. Ок. 10% загрязнений пресных вод в мире приходится на муниципальные сточные воды. В целом ежегодно во внутр. водоёмы сбрасывается более 1,5 тыс. км³ сточных вод, на разбавление которых уходит ок. 30% всего речного стока, составляющего ок. 46 тыс. км³. Значит. часть загрязнителей попадает в природные воды из атмосферы, с дождевыми и талыми водами. В США, напр., в 1980-е гг. таким путём в водоёмы поступило до 96% полихлорбифенилов, 90% азота и 75% фосфора, б. ч. пестицидов. К нач. 21 в. более половины крупных рек мира оказались сильно загрязнёнными, их экосистемы деградируют. В донных отложениях рек и особенно водохранилищ происходит накопление тяжёлых металлов и стойких органич. загрязнителей. От заболеваний, связанных с загрязнением источников питьевой воды, в кон. 20 в. только в Африке ежегодно умирало 3 млн. человек.

Во многих регионах России загрязнение поверхностных водоёмов нефтепродуктами, соединениями меди, марганца, железа, азота, фенолом и др. органич. веществами в десятки раз превышает уровень ПДК. Ок. 20% загрязнённых сточных вод приходится на предприятия ТЭК. Нередки случаи высокого загрязнения ртутью, свинцом, сульфидами, сероводородом, пестицидами, лигнином, формальдегидом. В 2005 более 36% сбрасываемых сточных вод было загрязнено выше допустимых норм. К 2005 экологич. деградация затронула экосистемы 26% озёр и рек. На дне волжских и др. водохранилищ накопились десятки млн. т солей тяжёлых металлов и др. опасных для организмов веществ, что превратило эти водоёмы в неконтролируемые места захоронения токсичных отходов. В 2005 почти 30% поверхностных водоёмов, используемых для питьевого водоснабжения, не соответствовали гигиенич. нормам, более 25% проб воды – нормативам по микробиологич. показателям.

Загрязнение Мирового океана

в пределах прибрежной зоны определяется гл. обр. сбросом пром. и коммунальных

отходов, стоками с с.-х. угодий, загрязнением от транспорта и добычи нефти и газа. В прибрежных частях Мексиканского зал., напр., концентрация соединений азота, остававшаяся неизменной с нач. 20 в., после 1960 выросла в 2,5 раза в результате поступлений из р. Миссисипи. В океан выносятся 300–380 млн. т органич. веществ в год. До сих пор широко практикуется сброс разл. отходов (дампинг) в моря (в кон. 20 в. до 17 т на 1 км² океана). После 1970-х гг. резко увеличился объём поступлений неочищенных муниципальных стоков (напр., в Карибском бассейне на их долю приходится до 90% стоков). По прогнозам, в прибрежном загрязнении будет расти доля выпадений из атмосферы в связи с увеличением количества автотранспорта и развитием пром-сти. Ежегодно в океан с речным стоком поступает более 1 млн. т свинца, 20 тыс. т кадмия, 10 тыс. т ртути и ещё столько же свинца и ок. 40 тыс. т ртути – из атмосферы.

Ежегодно в океан попадает более 10 млн. т нефти (в осн. вынос реками). До 5% акватории Тихого и Атлант. океанов постоянно покрыто нефтяной плёнкой. Во время [«Бури в пустыне»](#) (1991) аварийные утечки нефти в Персидский зал. и Аравийское м. превысили 6 млн. т. В результате глобального переноса стойкие хлорорганич. пестициды встречаются в опасных количествах у млекопитающих и птиц Антарктики и Арктики. Радиохимич. производства Франции, Великобритании, СССР (России) и США загрязнили долгоживущими радионуклидами Сев. Атлантику, Сев. Ледовитый ок., Вост. часть Тихого ок. На дне Мирового ок. находятся ок. 60 утерянных атомных бомб, а также контейнеры с радиоактивными отходами и реакторы с отработавшим ядерным топливом. Десятки тыс. т химич. боеприпасов затоплено после Вел. Отеч. войны в Балтийском, Белом, Баренцевом, Карском, Охотском и Японском морях. Серьёзной угрозой является загрязнение океана плохо разлагающимся синтетич. мусором. Ежегодно более 2 млн. птиц, мор. млекопитающих, черепах погибают в результате заглатывания пластикового мусора и запутывания в брошенных сетях.

В последние 30 лет наблюдается эвтрофикация мор. водоёмов (напр., Чёрного, Азовского и Балтийского морей), приводящая, в частности, к увеличению интенсивности размножения фитопланктона, в т. ч. токсичного (т. н. красные

приливы). Для некоторых морей катастрофическим оказывается биологич. загрязнение, связанное с интродукцией чужеродных видов, попадающих в осн. с балластными водами судов. Так, напр., появление гребневика *Mnemiopsis* в Азовском м. и рапана в Чёрном м. сопровождается вытеснением аборигенной фауны.

Во внутренних и окраинных морях РФ по некоторым видам загрязнителей ПДК устойчиво превышены в 3–5 раз. К числу наиболее загрязнённых относятся зал. Петра Великого (Японское м.), сев. часть Каспийского м., Азовское м., Невская губа (Балтийское м.). Ежегодный вынос нефтепродуктов реками составлял в 1990-х гг. (тыс. т): Обью – до 600, Енисеем – до 360, Волгой – до 82, Леной – до 50.

Загрязнение земель и почв

К кон. 20 в. 2,4 млн. км² земель деградировало вследствие химич. загрязнения (12% от общей площади земель, деградация которых связана с антропогенным фактором). На поверхность почвы ежегодно попадало только от металлургич. предприятий более 150 тыс. т меди, 120 тыс. т цинка, ок. 90 тыс. т свинца, 12 тыс. т никеля, 1,5 тыс. т молибдена, ок. 800 т кобальта. При производстве 1 г черновой меди, напр., образуется 2 т отходов, которые в виде мелкодисперсных частиц попадают на поверхность земли из атмосферы (содержат до 15% меди, 60% оксидов железа и по 4% мышьяка, ртути, цинка и свинца). Машиностроит. и химич. производства загрязняют окружающие территории десятками тыс. т свинца, меди, хрома, железа, фосфора, марганца и никеля. При добыче и обогащении урана миллиарды тонн радиоактивных отходов низкой активности распространяются на тысячи км² в Сев. и Центр. Азии, Центр. и Юж. Африке, Австралии, Сев. Америке. Вокруг крупных предприятий во многих странах формируются техногенные пром. пустоши. Кислотные осадки вызывают закисление почв на миллионах км².

На поля мира ежегодно вносится ок. 20 млн. т химич. удобрений и пестицидов, значит. часть которых не усваивается, не распадается и служит причиной масштабного загрязнения почв. Почвы на десятках млн. км² засолены в результате искусств. орошения (только в Аргентине, Бразилии, Чили, Мексике и Перу – более 18 млн. га).

Совр. города загрязняют (свалки, очистные сооружения и др.) территорию, превышающую их собственную в 5–7 раз. В среднем в развитых странах приходится ок. 200–300 кг отходов в год на человека. Как правило, в странах с низким уровнем жизни отходов образуется больше. По экспертным оценкам, в мире объём коммунальных отходов, захораниваемых на свалках, возростал до 1990-х гг., затем стал уменьшаться за счёт их вторичного использования (в Зап. Европе ок. 80%, в США до 34%, в ЮАР 31% коммунальных отходов перерабатывается). В то же время растут площади земель, занятых сооружениями для очистки сточных вод (иловыми картами, полями орошения). Серьёзной проблемой к нач. 21 в. стал вывоз токсичных отходов из развитых стран: до 30% опасных отходов Зап. Европы в кон. 20 в. захоранивалось на территориях др. государств.

Техногенное загрязнение почв вокруг крупных тепловых электростанций (особенно работающих на угле и сланцах) прослеживается на площади в неск. тысяч км² (они включают соединения кадмия, кобальта, мышьяка, лития, стронция, ванадия, а также радиоактивный уран). Тысячи км² заняты золошлаковыми отвалами. Территории вокруг атомных электростанций и др. атомных предприятий загрязнены радионуклидами цезия, стронция, кобальта и др. Испытание атомного оружия в атмосфере (до 1963) привело к глобальному устойчивому загрязнению почв цезием, стронцием и плутонием. С выхлопными газами автомобилей на поверхность почв попадает более 250 тыс. т свинца в год. Особенно опасно загрязнена почва на расстоянии до 500 м от крупных автомагистралей.

В России св. 30% твёрдых отходов приходится на предприятия ТЭК. Более 11% территорий селитебных зон в 2005 были сильно загрязнены соединениями тяжёлых металлов и фтора, 16,5% почв в этих зонах подвержены микробиологич. загрязнению. При этом перерабатывается не более 5% образующихся отходов, остальные являются источником постоянного загрязнения, мн. полигоны твёрдых бытовых отходов не соответствуют санитарным нормам. Только в Москве и Московской обл. в 2005 было выявлено ок. 3000 нелегальных свалок. Более 47 тыс. км² (в осн. Алтай, Якутия, Архангельская обл.) загрязнены десятками тыс. т ракетных металлоконструкций и компонентами ракетного топлива в результате осуществления ракетно-космич.

программ. В неудовлетворит. состоянии находятся места складирования запрещённых и непригодных к применению пестицидов (на 2005 более 24 тыс. т), а также ранее произведённые захоронения этих веществ. Во всех районах добычи, транспортировки, распределения и переработки нефти значительны загрязнения почв нефтепродуктами и буровым шламом (ок. 1,8% территории РФ). При добыче и транспортировке (в т. ч. из-за разрывов и утечек из трубопроводов) теряется ежегодно ок. 10 млн. т нефти.

Защита окружающей среды

Мероприятия, направленные на защиту от З. о. с., являются частью проблемы [охраны природы](#). Они сводятся в осн. к законодат. ограничениям и системе штрафов.

Глобальный характер З. о. с. усиливает роль междунар. соглашений и конвенций по предотвращению загрязнений. Разл. страны мира предпринимают усилия по сокращению и предотвращению загрязнений, для чего заключаются десятки междунар. и сотни региональных соглашений и конвенций. Среди них: Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и др. материалов (1972); Конвенция по защите морской среды района Балтийского моря (1974); Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (1979); Венская конвенция о защите озонового слоя (1985); Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (1987); Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (1989); Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (1991); Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992); Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озёр (1992); Конвенция о защите Чёрного моря от загрязнения (1992); Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (2001). См. также статьи [Биосфера](#), [Мониторинг экологический](#) и ст. Состояние и охрана окружающей среды в томе «Россия».

Литература

Лит.: Тинсли И. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде. М., 1982;
Глобальная экологическая перспектива: Обзор изменений состояния окружающей

среды: Ежегодник. Найроби, 2000–2007–; Таргулян О. Ю. Темные страницы «черного золота». Экологические аспекты деятельности нефтяных компаний в России. М., 2002; Защита окружающей среды Европы: третья оценка. Люксембург, 2004; О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2003 г.: Государственный доклад. М., 2004; О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2005 г.: Государственный доклад. М., 2006; Обзор загрязнения окружающей природной среды в Российской Федерации за 2005 г.: Государственный доклад. М., 2006; О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 2005 г.: Государственный доклад. М., 2006; Яблоков А. В. Россия: здоровье природы и человека. М., 2007.