
ВВЕДЕНИЕ

Сотни миллионов лет существовала устойчивая биосфера, и наши предки сравнительно недавно естественным путем вошли в ее сообщество. Два миллиона лет они жили в согласии с природой, потребляя только то, что им было выделено по естественному закону. Но постепенно они создали неустойчивую, быстро растущую техносферу. И всего два столетия — миг по масштабам эволюции — она наращивает конкуренцию с породившей ее биосферой, угнетая другие виды, захватывая чужие ресурсы, осуществляя глобальное уничтожение экологических систем.

Объем антропогенного воздействия на природу и окружающую человека среду в XX в. стал слишком велик и приблизился к пределу устойчивости биосферы, а по некоторым параметрам и превзошел его. Проявления и свидетельства этого многообразны.

Резкое сокращение площади ненарушенных естественных экосистем, их существенная деградация на осталльной площади суши, уменьшение биологического разнообразия ослабляют и нарушают природные потоки вещества и энергии, вызывают необратимое количественное и качественное обеднение биосферы.

Потребление и изъятие возобновляемых природных ресурсов — пресной воды, почвенного гумуса, биомассы и продукции растений превысило темпы их естественного воспроизведения.

Отходы человеческого хозяйства загрязняют среду, так как они содержат множество веществ и материалов, не утилизируемых в естественных природных круговоротах.

На потоках веществ и энергии в природе стала сказываться существенная разомкнутость антропогенного круговорота веществ; появились признаки нарушения биосферного равновесия, ослабления средообразующей и средорегулирующей функций биосферы.

Резко сократились и продолжают быстро уменьшаться запасы многих невозобновляемых, главным образом минеральных и топливных, ресурсов Земли, что, в свою очередь, создает серьезные экономические проблемы.

Все это означает *наступление глобального экологического кризиса*.

Природа отвечает на возрастающее антропогенное давление часто непредвиденными изменениями, создающими экологическую опасность.

Химическое и радиационное загрязнение среды ускоряет мутации и приводит к появлению новых биологических форм, обладающих повышенной устойчивостью, адаптивностью, а иногда и опасными для человека свойствами.

Избирательное воздействие на отдельные виды микроорганизмов, растений или животных, исключение этих организмов из природных сообществ вызывают неконтролируемые цепные реакции, которые затрагивают многие виды, нарушают устойчивость экосистем и ведут к разрушению многих из них.

Антропогенное преобразование ландшафтов и загрязнение среды часто имеет неконтролируемое последействие, приводящее к возникновению зон повышенного экологического риска, экологических бедствий и экономических потерь.

Человек оказался в ловушке противоречия между своей консервативной биологической сущностью и нарастающим отчуждением от природы. Используя изобретенные им технологии и средства жизнеобеспечения, человек в большой степени освободился от давления естественного отбора и межвидовой конкуренции. Он на несколько порядков превысил биологическую видовую численность и в де-

сятки раз — объем использования веществ и энергии для удовлетворения своих потребностей.

Увеличение роста численности людей отнюдь не связано с повышением их биологического качества. Наоборот, для людей в целом характерны совершенно немыслимые в природе: груз наследственных заболеваний, наследственная предрасположенность к болезням, низкий иммунобиологический статус и огромное число инфекций, возрастная хронизация болезней.

Человечество приобрело черты цивилизации потребления, что ведет к избыточной техногенной нагрузке на природу и окружающую среду.

Сохранится ли в масштабе времени структура атмосферы, подобная нынешней, или останутся только мертвые «памятники» техносферы и измененная биосфера, которой понадобятся миллионы лет, чтобы залечить раны?

Каким должно стать стабилизированное и уравновешенное сочетание биосферы и техносферы и какое участие в этой стабилизации должен принять человек?

Проблемы технического освоения природы вынуждают изменить точку зрения на научно-технический прогресс и оценивать развитие техники и производства в первую очередь по критериям экологической безопасности.

Под этим термином понимают совокупность действий, состояний и процессов, прямо или косвенно не приводящим к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде, отдельным людям и человечеству.

Основой современных подходов к оценке экологической опасности является экологическое нормирование воздействий на окружающую среду и, как более высокий уровень, нормирование состояния объектов окружающей среды, системы контроля мониторинга и управления окружающей средой, ориентированные на обеспечение безопасности жизни людей, охрану природы и ресурсосберегающие технологии.

В данном пособии собраны и обобщены сведения о путях и методах решения проблем экологической безопасности, принятых современным обществом.

Структура учебного пособия соответствует учебному плану подготовки специалистов профиля «Инженерная защита окружающей среды» направления подготовки «Техносферная безопасность». Материалы, изложенные в пособии, могут быть использованы для изучения следующих дисциплин: «Инженерная защита компонентов окружающей среды», «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности», «Основы экологической безопасности производств», «Экологический мониторинг и контроль», «Ноксология». Пособие может быть использовано при реализации магистерских программ по направлению «Техносферная безопасность» и полезно для специалистов, работающих в природоохранной сфере.

Авторы выражают глубокую признательность старшему научному сотруднику А. И. Гераськину за помощь в подготовке рукописи учебного пособия.

ГЛАВА 1 ТЕХНОСФЕРА — ОСНОВНАЯ СРЕДА ОБИТАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА

1.1. ПОНЯТИЕ ТЕХНОСФЕРЫ

Среда обитания человека — окружающая человека среда, обусловленная физическими, химическими, биологическими, социальными и информационными факторами, способными оказывать воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье и потомство. Человек и среда обитания непрерывно изменяются. Совершенствуется человек, нарастает численность населения Земли и уровень его урбанизации, изменяется общественный уклад и социальная основа общества. Изменяется и среда обитания: увеличивается территория поверхности Земли и ее недра, освоенные человеком; естественная природная среда испытывает все возрастающее влияние человеческого сообщества.

Сегодня Земля содержит многослойную насыщенную сферу искусственно созданных объектов. Планета окружена простирающимся на миллиарды километров ореолом модулированных радиоволн. В околоземном космическом пространстве по разным орбитам движутся тысячи действующих и отработавших искусственных спутников. В атмосфере постоянно перемещаются тысячи летательных аппаратов. На поверхности суши простираются пространства технически преобразованных ландшафтов, вкраплено огромное количество населенных пунктов, сооружений, дорог с искусственным покрытием и других коммуникаций. Несметное количество различных топок, реакторов, машин, механизмов, преобразователей энергии заполняют планетарную среду химическими, тепловыми, электромагнитными, радиационными и акустическими эмиссиями, т. е. все

это излучает, испускает, шумит. В разных направлениях и с разными скоростями по суше и морям перемещаются миллионы различных транспортных средств. То тут, то там происходят большие и малые аварии, раздаются взрывы, звучат выстрелы. По земле разбросаны многочисленные отвалы пустой породы, терриконы, свалки, развалины. В земле скрыты горные выработки, шахты, рудники, скважины, сети кабелей и трубопроводов, древние «культурные слои» и захоронения. Океан тоже содержит множество искусственных предметов — от плавающего мусора до гигантских танкеров, авианосцев, подводных лодок. Водные пространства пересекают трассы морских путей; дно океана усеяно останками кораблей.

Для обозначения всего этого наиболее подходит термин *техносфера — глобальная совокупность орудий, объектов и продуктов человеческого производства*.

Техносферу можно определить так же, как *пространство геосфер Земли, находящееся под воздействием производственной деятельности человека и занятое ее продуктами*.

В XX в. человек раздвинул границы техносферы далеко за пределы биосферы — в ближний и дальний космос, в глубины земной коры, под дно океана, в субмолекулярный микромир, создав особую материально-энергетическую оболочку планеты. Она охватывает и пронизывает всю биосферу, особенно сильно на суше, и придает значительной части поверхности планеты совершенно особый облик. Вряд ли остались участки живой природы, которые не испытали бы на себе действие техногенеза — процесса трансформации среды обитания под воздействием производственной деятельности человека.

По различным оценкам, общая масса техносферы в настоящее время составляет 10–20 тыс. Гт. (Это больше биомассы живого вещества всей биосферы.) Основную ее часть образуют скопления горной массы, отработанных руд, перемещенных грунтов, производственных отходов, оставленные сооружения, развалины и т. п., т. е. накопившееся за всю историю человечества техногенное вещество. «Действующая» техносфера, т. е. используемые людьми в настоящее время

основные производственные фонды, сооружения, орудия производства, предметы потребления, составляет малую часть общей массы — всего лишь 150–200 Гт. В них, в свою очередь, преобладают капитальные сооружения со сроками амортизации во многие десятки лет. Наиболее активная часть техносферы, т. е. вся совокупность орудий производства, машин, механизмов, агрегатов, реакторов, действующих коммуникаций и т. п., имеет массу порядка 10–15 Гт и в настоящее время обновляется за средний срок порядка 10 лет.

1.2. ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОСФЕРЫ

Создание техносферы — длительный процесс, обусловленный эволюционным развитием человечества и среды его обитания. Начало особенно бурного роста техносферы приходится на середину XIX в.

За время существования человечество радикально увеличило свою численность, доведя ее в 2015 г. до 7,5 млрд чел., причем только в XX в. население возросло более чем на 4,5 млрд чел.

Как следствие, средняя плотность населения на Земле, площадь суши которой равна 149 млн км², за последние несколько столетий также многократно возросла. Поскольку горы, леса, пустыни и ледники мало приспособлены для жизни человека, региональная плотность обжитых мест всегда существенно выше средней, так, например, в Европе она составляет 100–150 чел./км². Плотность населения отдельных стран также различна, например, в Голландии — 400, во Франции — 120, а в европейской части России — 85 чел./км².

Одновременно с ростом численности населения Земли начиная с XVI в. происходил еще один важный процесс — урбанизация.

Урбанизация — переселение людей на постоянное проживание из сельской местности в города главным образом в результате их широкого привлечения к промышленному производству, а также с иными целями.

Весьма активно процесс урбанизации населения происходил в XX в. К 1900 г. было урбанизировано только 13%

населения, а уже к началу XXI в. урбанизация охватила около 50% населения нашей планеты, причем в наиболее развитых странах мира уровень урбанизации оказался еще выше: к 1990 г. в США — 70, а в России к 2010 г. — 73,7%.

Урбанизация во многом способствовала созданию мегаполисов — городов с населением более 15 млн чел., таких как Токио (34,5 млн чел.), Мехико (23,2 млн чел.), Сан-Пауло (21,1 млн чел.), Нью-Йорк (21,5 млн чел.), Бомбей (20,8 млн чел.) и др. По итогам переписи 2010 г. население Москвы составило 11 514,3 тыс. чел.

Интенсивный рост численности населения Земли и его урбанизация способствовали развитию многих процессов в экономике, прежде всего росту промышленного и с.-х. производств, энергетики, увеличению численности и видов транспортных средств, повышению производительности и энерговооруженности человеческой деятельности.

События, происходившие в экономике в XX в., носили в основном позитивный характер, однако одновременно они привели к ряду негативных процессов и явлений.

1. Темпы роста производства электроэнергии в мире во второй половине XX в. были весьма значительными. Однако одновременно с ростом производства электроэнергии практически пропорционально увеличились выбросы в атмосферный воздух таких ингредиентов, как CO_2 , SO_2 и др.

2. Во второй половине XX в. каждые 12–15 лет удваивалось промышленное производство ведущих стран мира, что создавало удвоение выбросов и других отходов, загрязняющих биосферу.

3. Постоянно увеличивался и развивался сектор средств транспорта, что привело к повышенному загрязнению атмосферного воздуха в городах.

4. Огромны затраты на военные цели. Военная индустрия, являясь одним из активных стимуляторов развития техники и роста энергетического и промышленного производства, негативно влияла на качество среды обитания.

5. Развитие промышленности и технических средств сопровождалось не только увеличением выброса загрязняющих веществ, но и вовлечением в производство все большего числа химических элементов.

Таблица 1.1
Рост техносферы и потери биосферы в ХХ в. [1]

Показатель	Начало века	Конец века
Валовой мировой продукт, млрд долл./год	60	2500
Энергетическая мощность техносферы, ТВт	1	14
Численность населения, млрд чел.	1,6	6
Потребление пресной воды, км ³ /год	360	5000
Потребление первичной продукции биоты, %	1	12
Площадь лесов, млн км ²	57,5	49
Рост площади пустынь, млн км ²	—	1,7
Сокращение числа видов, %	—	20
Площадь суши, занятая техносферой, %	17	30
Риск техногенных поражений людей, %	0,5	2,5

Таблица 1.2
Сравнение биосферы и техносферы [1]

Сравниваемые показатели	Биосфера	Техносфера
Сфераобразующее число биологических видов	10^7	1
Число контролируемых видов	все 10^7	10^6
Масса сферы, Гт	$5 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$
В том числе:		
активное вещество, Гт	10^4	15
неактивное, произведенное вещество, Гт	$4 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$
Кратность обновления активного вещества, год	0,1	0,1
Годовая нетто-продукция, Гт	625	1,5
Годовой расход органического вещества, Гт	212	24
Годовой расход энергии, ЭДж	12 000	450
Годовой расход воды, км ³	$3 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^3$
Степень замкнутости круговорота веществ, %	99,9	< 10
Запас генетической информации, Гбит	10^6	7
Запас сигнальной информации, Гбит	—	8
Скорость переработки информации, бит/с	10^{36}	10^{16}
Информационная скорость эволюции, бит/с	0,1	10^7

Примечание. Гт — гигатонна = 10^9 т, ЭДж — эксаджоуль = 10^{18} Дж,
 1 Гбит = 10^9 бит.

6. Вторая половина XX в. связана с интенсификацией с.-х. производства. В целях повышения плодородия почв и борьбы с вредителями в течение многих лет использовались искусственные удобрения и различные токсиканты.

В заключение отметим, что эволюция человечества, развитие промышленности, энергетики, транспорта, сельского хозяйства и других обстоятельств привели современный мир к созданию среды обитания нового типа — *техносферы*, в которой проживает большая часть жителей нашей планеты.

Границы техносферы неуклонно расширяются: вниз — по мере углубления и увеличения количества шахт, скважин, тоннелей, строительства метрополитенов и прочих подземных объектов; вверх — по мере освоения воздушного и околоземного космического пространства. Масштабы этих изменений приведены в таблице 1.1.

Энергетические и информационные потенциалы техносферы и биосферы приведены в таблице 1.2.

1.3. ГОРОДСКАЯ СРЕДА

1.3.1. ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Современный город представляет собой крупный населенный пункт, выполняющий сложные жилищные, промышленные, организационно-хозяйственные, транспортные, управленческие, культурные и другие функции.

Городская среда (синонимы — окружающая среда города, урбанизированная среда) — это часть географической оболочки (глобальной среды обитания и всех других живых организмов), ограниченная территорией, занятой городом, его пригородами и связанными с ними инженерными и транспортными сооружениями.

Городская территория подразделяется на ряд функциональных зон: селитебную (заселенную людьми) и внеселитебную. Внеселитебная зона делится на промышленную (производственную), коммунально-складскую, санитарную, рекреационную (садово-парковую), зону отдыха, внешнего транспорта, прочих земель. Все эти зоны взаимодействуют

друг с другом и тесно связаны. Функциональное зонирование позволяет при планировке населенных пунктов выбирать территорию для размещения селитебных зон с наветренной стороны по отношению к промышленным объектам, прогнозировать рассеивание промышленных выбросов в приземных слоях атмосферы и определять величину санитарно-защитных зон. При этом в первую очередь учитывается роза ветров — график направлений ветра на данной территории.

Многоплановая хозяйственная деятельность на территориях городов сильно изменяет первоначальное состояние среды обитания и приводит к отрицательным экологическим последствиям.

В современных городах отчетливо проявляются новые, нетипичные для природных условий средообразующие факторы. К ним относятся промышленные объекты, транспорт, источники теплового и электромагнитного излучений. Влияние их на окружающую человека среду является побочными продуктами деятельности человека, однако роль их в происходящих изменениях условий жизни человека огромна. Так, например, функционирование в городах промышленных комплексов оказывает отрицательное воздействие на атмосферный воздух и поверхностные воды, свалки промышленных отходов загрязняют не только городскую территорию, но и смежные с ней природные ландшафты.

Изменяется также первоначальное состояние геологической среды. В результате антропогенного изменения рельефа происходит выравнивание поверхности, уничтожается микрорельеф, снижается уклон поверхности территории, что приводит к снижению интенсивности поверхностного стока.

На территории города существенно меняются гидрологические условия в результате интенсивной эксплуатации подземных и поверхностных вод для промышленных и хозяйственных нужд. При этом в местах водозаборов формируются глубокие депрессионные воронки (с понижениями в центре водозабора до 80–100 м и более и радиусом, превышающим 100 км), происходит изменение гидрохимического режима подземных вод и их загрязнение. Над

депрессивными воронками формируются пологие мульды оседания, площадь которых в городах изменяется от долей до 3500 км².

Под влиянием водозабора на территории города могут активизироваться карстово-суффозийные процессы, проявляющиеся на поверхности земли провальными воронками. Часто развивается и техногенное подтопление.

Самым распространенным видом техногенного воздействия на геологическую среду является статическое механическое воздействие от сооружений — уплотнение грунтов оснований. Это приводит к формированию вокруг каждого здания и сооружения осадочной воронки, глубина которой колеблется от 1 до 600 см (чаще 10–20 см). Радиус воронки выходит за пределы наружного периметра здания, характеризует зону его влияния и достигает 50–120 м. При плотной застройке одиночные осадочные воронки смыкаются, а под городом в целом формируется крупноплощадная депрессионная поверхность в виде чаши оседания сотообразного строения.

Процесс урбанизации существенным образом влияет на такой важный для человека комплексный экологический фактор, как *климат*. Изменения климата в городе обусловлены следующими основными причинами:

- а) изменением теплового режима;
- б) загрязнением воздушного бассейна;
- в) изменением воздушной циркуляции за счет городских строений;
- г) изменением режима стока и испарения в результате преобразований и искусственных замещений почвенно-растительного покрова.

Одной из главных особенностей городского климата является возникновение над городом *острова тепла*, который характеризуется повышенной по сравнению с окружающей местностью температурой воздуха. Его формированию способствует сплошная застройка городской территории, покрытие асфальтом или бетоном открытой поверхности. Тепловое воздействие в городах на локальном уровне проявляется и как результат влияния сточных техногенных вод, утечек из теплотрасс. На значительной площади может

проявляться тепловое воздействие полигонов ТБО, вокруг которых также формируются тепловые аномалии. В крупных промышленных городах такие повышения температур могут достигать 4–6°C.

Купол острова тепла в крупных городах обычно находится на высоте 200–400 м, а в небольших — на высоте 30–40 м. Остров тепла имеет сложную структуру, так как каждый квартал городской застройки является источником тепла для окружающих незастроенных участков. Он наиболее выражен в период слабых ветров, а при скорости ветра более 7–9 м/с чаще всего исчезает. Температурные аномалии приводят к изменению содержания газовой составляющей подземных вод, интенсификации процессов взаимодействия в системе «вода — порода», приводящей к увеличению агрессивности грунтов, развитию микрофлоры и активизации микробиологических процессов.

Другая важная особенность городов, которая во многом определяет степень загрязнения атмосферного воздуха, — изменение по сравнению с неурбанизированными территориями числа дней с *туманами*. Повторяемость туманов определяется физико-географическими особенностями территории города (приморский или континентальный климат, тип рельефа) и степенью его урбанизированности. Из-за частой повторяемости туманов увеличивается риск образования *смога*, а также резко сокращается продолжительность светового дня и ухудшаются биоклиматические показатели, что в целом отрицательно влияет на здоровье проживающего там населения.

Сокращение количества туманов происходит в регионах с преобладающей циклонической деятельностью. В городах, находящихся под преобладающим влиянием антициклонов, расположенных в долинах и котловинах, с увеличением урбанизированности территории количество туманов растет, что наиболее заметно в зимний период.

Климатические особенности городской среды по сравнению с фоновыми территориями:

- увеличение числа дней с туманами зимой на 100%, летом на 30%;
- увеличение облачности на 5–10%;

- увеличение количества атмосферных осадков на 5–10% ;
- уменьшение суммарного солнечного излучения на 15–20% , ультрафиолетового зимой на 30% , а летом на 3% ;
- уменьшение относительной влажности воздуха зимой на 2% , летом на 8% ;
- уменьшение среднегодовой скорости ветра на 20–30% ;
- повышение среднегодовой температуры воздуха на 0,5–1% , а зимней максимальной на 1–2% .

Ограничения нормальной жизнедеятельности человека в городе обусловлены наличием в городской среде специфических факторов, одним из которых является техногенный геохимический процесс, формирующийся в результате поступления в различные компоненты городского ландшафта (почву, воздух, поверхностные и подземные воды) сотен тысяч (а нередко и десятков миллионов) тонн в год вредных для человека веществ.

На больших площадях в пределах города формируются *техногенные геохимические поля* — взаимоувязанные в пространстве зоны повышенных или пониженных по сравнению с фоновыми или кларковыми концентрациями химических элементов. В крупных городах загрязнение компонентов геологической среды (почв, грунтов, подземных вод) проникает на глубину 50–100 м, но наиболее сильно в пределах города происходит загрязнение поверхности грунтов, почв и поверхностных вод. Поверхностный сток урбанизированных территорий транспортирует загрязняющие вещества в природные водные системы, где формируются зоны загрязнения химическими элементами, аккумулирующимиися в донных отложениях. Донные отложения при этом образуют устойчивые зоны загрязнения с высокой концентрацией различных химических элементов, основными из которых являются ртуть, серебро, кадмий, свинец. Отмечается индивидуальный специфический характер концентрирующихся элементов для разных типов промышленности. Протяженность зон загрязнения в донных осадках области влияния крупного промышленно-урбанизированного центра достигает 20–25 км.

Поверхностное загрязнение с наибольшей интенсивностью происходит в почвах, снеговом покрове и верхней час-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru