

Е.К. Хандогина
Н.А. Герасимова
А.В. Хандогина



Экологические основы природопользования



МОСКОВСКАЯ НАУЧНАЯ КОМПАНИЯ

Е. К. Хандогина, Н. А. Герасимова,
А. В. Хандогина

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Под общей редакцией доктора биологических наук
Е. К. Хандогиной

*Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации
в качестве учебного пособия для студентов учреждений среднего
профессионального образования*

Москва
ФОРУМ — ИНФРА-М
2007

УДК 504.062(075)

ББК 20.18я723

X19

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н. Э. Баумана *Г. П. Павлихин*;
заместитель заведующего кафедрой проблем безопасного развития современных энергетических технологий факультета проблем физики и энергетики Московского физико-технического института,
зав. лабораторией ИБРАЭ РАН, доктор физико-математических наук, профессор *П. С. Кондратенко*;
зав. лабораторией научных основ социально-гигиенического мониторинга и оценки экспозиции вредных факторов ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН,
кандидат медицинских наук *Т. А. Шашина*

Хандогина Е. К., Герасимова Н. А., Хандогина А. В.

X19 Экологические основы природопользования: учеб. пособие / под общ. ред. д-ра биол. наук Е. К. Хандогиной. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. — 160 с.: ил. — (Профессиональное образование).

ISBN 978-5-91134-136-7 (ФОРУМ)

ISBN 978-5-16-003059-3 (ИНФРА-М)

Учебное пособие содержит систематизированный материал по курсу «Экологические основы природопользования». Читателю предоставляется возможность с помощью изложенного материала получить и углубить знания по ключевым разделам курса, изучить проблемы рационального природопользования и обращения с отходами, способы управления окружающей средой, а также дополнительно ознакомиться с вопросами многообразия окружающей среды и влияния различных факторов на здоровье населения.

Методические указания, приведенные в пособии, помогут структурировать и облегчить учебный процесс.

Книга рассчитана не только на преподавателей и студентов учреждений среднего профессионального образования (колледжей), но и на широкий круг читателей — тех, кто интересуется проблемами природопользования.

УДК 504.062(075)

ББК 20.18я723

ISBN 978-5-91134-136-7 (ФОРУМ)
ISBN 978-5-16-003059-3 (ИНФРА-М)

© Хандогина Е. К., 2007

© Герасимова Н. А., 2007

© Хандогина А. В., 2007

© Издательство «ФОРУМ», 2007

Введение

Говоря об экологии, на бытовом уровне чаще всего подразумевают влияние окружающей среды на человека. При этом считается, что изменения в природе в результате деятельности человека, а точнее — работы предприятий, промышленной добычи полезных ископаемых, энергетики, сельского хозяйства и т. д., непременно носят вредный характер.

В разговорах часто употребляются выражения «хорошая экология» и «плохая экология». «Хорошая» — имеется в виду, что условия благоприятны для человека и способствуют укреплению его здоровья. «Плохая» — значит, концентрация вредных примесей в воздухе, воде, почве или, например, радиационный фон высоки, и это может привести к отрицательным последствиям для здоровья человека. Так же обстоит дело и с «экологически чистыми» продуктами или предметами потребления. Обычно под этим подразумевают отсутствие искусственных или синтетических добавок, их «натуральное» происхождение.

Итак, что же такое экология? Существует несколько определений. Термин «экология» (от греч. oikos — дом, жилище, место пребывания и logos — слово, учение) впервые был предложен в 1866 г. немецким биологом-дарвинистом, профессором Йенского университета Эрнстом Геккелем. Геккель трактовал экологию как часть биологической науки, направленной на исследование биосферы в целом. В современном понимании экология — это наука о разных аспектах взаимодействия организмов между собой и с окружающей средой. В настоящее время это определение часто дополняют еще тем, что экология включает в себя изу-



чение круговорота веществ и энергии, способствующего жизни на нашей планете.

В последнее десятилетие возникла еще одна интерпретация экологии — как науки о совместном развитии человека, сообществ людей в целом и окружающей среды (включающей все остальные организмы), изучающей биотические механизмы регуляции и стабилизации окружающей среды, механизмы, обеспечивающие устойчивость жизни. Таким образом, цель экологии — это поиск путей обеспечения нормальных условий для человечества в настоящем и будущем.

Ряд ученых полагает, что экология — это не самостоятельная область науки, а межотраслевая дисциплина, предметом которой является взаимодействие составляющих окружающей среды. По мнению других, экология — это особый научный подход.

Однажды на научной конференции, посвященной экологическим вопросам, участники решили дать самое исчерпывающее и точное определение экологии. После бурных дебатов была принята формулировка одного из ученых: «Экология — это наука, которой занимаюсь я, мои соседи по аудитории, мои коллеги в лаборатории».

Любое развитие предполагает изменения. И в общем смысле никогда нельзя заранее сказать — хорошие они или плохие. Условия, губительные для одних живых организмов и систем, могут оказаться наиболее благоприятными для других. Не изменился бы климат на Земле — не вымерли бы динозавры, человек как биологический вид мог не появиться.

Когда-то на нашей планете создались условия для зарождения жизни — подходящая температура, действие космических излучений, возможность реализации сначала простых, а затем все более сложных химических реакций. В результате вместо безжизненного мертвого пространства стала развиваться Жизнь. Но продукты жизнедеятельности сами по себе стали менять окружающий мир, а эти изменения, в свою очередь, — влиять на их эволюцию.

Академик В. И. Вернадский писал, что «...ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится. Все эти организмы неразрывно и непрерывно связаны — прежде всего,

питанием и дыханием — с окружающей их материально-энергетической средой. Вне ее в природных условиях они существовать не могут».

На Земле все находится в равновесии. Изменение каждой характеристики этого равновесия ведет к изменению всех остальных — эта чуткая и хрупкая система устремится к новому равновесному состоянию, отличающемуся от предыдущего.

Вот показательный пример. В позапрошлом веке рост промышленности привел к тому, что на закопченных деревьях бабочки, отличающиеся светлой окраской крыльев, стали особенно заметны для птиц, и преимущество получили бабочки с темными крыльями. Через некоторое время на заводские трубы поставили дымоуловители, и число «светлокрылых» бабочек вновь возросло. Бессмысленно рассуждать о том, хорош или плох для бабочек фабричный дым — для одних это обстоятельство неблагоприятно, для других оно, на первый взгляд, не имеет значения, а по большому счету создало преимущество за счет исчезновения «собратьев»-конкурентов. Нельзя также сказать, какие из них лучше — разным условиям соответствует свое состояние равновесия.

Существование живых систем осуществляется в ситуации конкурентной борьбы, о которой говорил еще Ч. Дарвин, создатель теории естественного отбора. Человечество, как часть живого вещества, неразрывно связано с материально-энергетическими процессами определенной геологической оболочки земли — с ее биосферой. Оно не может физически быть от нее независимым ни на одну минуту.

Представление о биосфере как «области жизни» было изложено биологом Ж. Б. Ламарком в начале XIX в., а термин в науку ввел геолог Э. Зюсс в 1875 г. В нашем столетии биосфера получает совершенно новое понимание. По мнению В. И. Вернадского, она выявляется как планетное явление космического характера.

Человек включился в экологические системы относительно недавно — всего около трех с половиной миллионов лет назад. В эпоху первобытных людей, занимавшихся охотой и собиранием съедобных растений, их воздействие на природу (антропогенное воздействие) было минимальным, а механизмы взаимодействия практически не отличались от таковых для других биологических видов. По мере изменения уровня организа-

ции человеческого сообщества, формирования животноводства и земледелия воздействие на природу в результате его деятельности многократно возросло.

При выпасе скота пастбища вытаптываются, изменяется растительность. Дикие травоядные животные вытесняются со своих территорий. В изменении природных ландшафтов особенно велика роль земледелия. Распахиваются огромные площади, вырубаются леса. Мероприятия, необходимые для достижения высокой урожайности, создание ирригационных систем влияют на изменение климата.

Промышленная революция не только воздействовала на общественные отношения, но и коренным образом изменила уровень нагрузки на окружающую среду — как за счет увеличения количества потребляемых ресурсов, так и из-за ее загрязнения. К сожалению, осознание этих проблем приходило с существенным запаздыванием. Общей чертой, характерной для развития новых технологий в те годы, было недостаточное внимание к вопросам экологической безопасности.

Показательным примером является ситуация на загрязненных после Чернобыльской аварии территориях. Дозовые нагрузки в отдаленный период оказались не столь высоки, чтобы привести к поражению и гибели животных и растений. С другой стороны, отсутствие людей (уменьшение антропогенной нагрузки) привело к росту численности животных на отчужденных территориях.

За прогресс надо платить. У человечества есть выбор. Можно отказаться от благ цивилизации, как к тому призывают энтузиасты «зеленого» движения. Но при теперешней численности населения Земли, увеличившейся во много раз по сравнению даже не

с первобытными временами, а, например, со средневековьем, это едва ли будет возможно. Сжигание в печах значительного количества твердого топлива — дров (срубленных, заметим, в лесах), которое необходимо для обогрева помещений в наши суровые зимы, нанесет природе больший вред, чем работа, например, атомных станций — даже с учетом проблемы утилизации отходов. Что выбрать — голод,





После Чернобыльской аварии из заповедника Аскания-Нова в зону отчуждения привезли лошадей Пржевальского. Прошло несколько лет, и животные не только прижились — их поголовье существенно увеличилось

(http://www.priyat.com/ru/photo_gallery/photo)

уносящий жизни, или применение химических удобрений, гербицидов и пестицидов для повышения урожая? А может быть, предпочтеть производство продуктов с использованием методов генной инженерии (генетически модифицированных)?

С одной стороны, безудержный рост потребления, культивируемый в наиболее развитых странах (так называемый «золотой миллиард»), стимулирует экономический рост, развитие производства, создание рабочих мест и другие социальные блага. С другой же стороны, он приводит к истощению ресурсов. Потребление должно быть рациональным, ограничиваться в разумных рамках.

Как тут не вспомнить диалог Лиса и Маленького Принца из сказки Экзюпери:

— *А на твоей планете есть охотники?*

— *Нет.*

— *Как интересно! А куры есть?*

— *Нет.*

— *Нет в мире совершенства!* — вздохнул Лис.

Примерно так обстоит дело и с последствиями развития науки и техники.

На рубеже XVIII и XIX вв. Т. Мальтус выдвинул теорию, согласно которой население Земли увеличивается в геометрической прогрессии, а прирост ресурсов — в арифметической. Таким образом, неизбежен момент, когда ресурсов нашей планеты уже не будет хватать для того, чтобы обеспечить нормальную жизнедеятельность населения.

Законодательство определяет природные ресурсы как «компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность». Природные ресурсы могут быть исчерпаемыми и неисчерпаемыми (рис. 1). Исчерпаемые ресурсы подразделяются на возобновляемые и невозобновляемые, в зависимости от того, насколько скорость их восстановления соотносится со скоростью расходования. Если скорость исчезновения невозобновляемых ресурсов превысит возможности их восстановления (разные для каждого вида), это приведет к их истощению и даже полному исчезновению. Неисчерпаемые источники подразделяют на водные, климатические и космические. Однако и они могут страдать в результате нерационального использова-



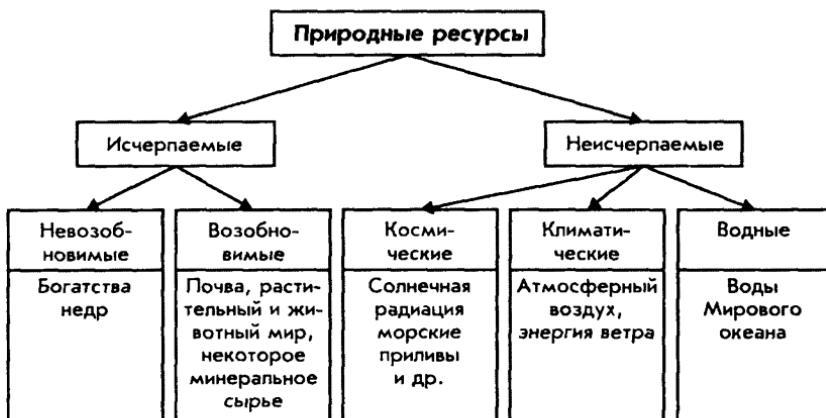


Рис. 1. Классификация природных ресурсов

ния: загрязнения вод Мирового океана, атмосферного воздуха больших городов, приводящего к уменьшению потока солнечных лучей и изменению климата.

Эксплуатацию природных ресурсов, воздействие человека на природу в процессе ее хозяйственного использования называют природопользованием. Забота о сохранении природных ресурсов и окружающей среды диктует необходимость рационального природопользования — системы деятельности, призванной обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий и наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей.

Рациональное природопользование подразумевает формирование у людей экологического сознания — системы отношения человека к его связям с внешним миром, к возможностям и последствиям изменения этих связей в интересах человека или человечества. Экологическое сознание требует понимания отдельными людьми и всем обществом прямой связи человека с природой, необходимости соблюдения законов биосфера, сохранения естественной среды обитания организмов, зависимости здоровья и благополучия людей от устойчивого состояния окружающей среды и сообществ организмов и использования всего этого при своей практической деятельности.

Известный ученый Н. В. Тимофеев-Ресовский (о котором многие знают из романа Даниила Гранина «Зубр») писал: «...био-

сфера Земли — это гигантская живая фабрика, преобразующая энергию и вещества на поверхности нашей планеты — формирует и равновесный состав атмосферы, и состав растворов в природных водах, а через атмосферу — энергетику нашей планеты. Она же влияет на климат. Вспомним огромную роль в круговороте влаги на земном шаре испарения воды растительностью, растительным покровом Земли. Следовательно, биосфера Земли формирует все окружение человека. И небрежное отношение к ней, подрыв ее правильной работы будет означать не только подрыв пищевых ресурсов людей и целого ряда нужного людям промышленного сырья, но и подрыв газового и водного окружения людей. В конечном счете, люди без биосферы или с плохо работающей биосферой не смогут вообще существовать на Земле¹.

Проблемы, возникающие по мере развития научно-технического прогресса, нередко теряют свою актуальность, а им на смену приходят новые, связанные с изменившимися условиями. Известна история о том, как в XIX в. считали, что в будущем улицы Лондона окажутся погребенными под конским навозом. Прошло время, наступил XX в., появились автомобили, и об



этих расчетах можно говорить лишь как о курьезе. Однако автомобилизация сама по себе создала новую проблему — в современных городах до 85 % загрязнения приходится на долю выхлопных газов. Пробки еще больше способствуют росту их концентрации, а скорость передвижения в мегаполисах уже давно не поддается прогнозированию. Казалось бы, впереди тупик, транспортный коллапс. Однако можно предположить, что стремительное развитие в XXI в. интернет-технологий сделает не-

¹ Цит. по: Лосев К. С. и др. 2005.

обязательным личное присутствие на рабочих местах представителей многих профессий — уже сейчас существуют виртуальные офисы, развивается дистанционное образование и даже проводятся медицинские консультации ведущих врачей в режиме аудио- и видеоконференций. Как следствие, отпадет необходимость в ежедневных поездках в «часы пик».

Избавит это человечество от всех проблем? Едва ли. Отсутствие, например, «живого» контакта учителя и ученика приведет к изменениям в формировании личности, врача и пациента — к иной эффективности лечения, а постоянное нахождение за компьютером далеко не безвредно для здоровья. Но зато автомобильных пробок, наверное, не будет.

Контрольные вопросы

1. Как появилось понятие «экология»? Как оно трактуется в наши дни?
2. Кто ввел понятие «биосфера»? Что оно означает?
3. Как деятельность человека меняет среду обитания?
4. Расскажите о природных ресурсах. Что такое природопользование?

Глава 1

РАЗНООБРАЗИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Окружающий нас мир чрезвычайно многообразен. Ледяные пустыни на северном и южном полюсах, непроходимая тайга или джунгли, степи и снова пустыни, но уже песчаные.

Источник энергии, поддерживающей жизнь — Солнце. Его излучение определяет климат на планете, смену времен года и суток. Поток солнечных лучей, приходящийся на единицу площади, называется инсоляцией. Количество солнечных лучей, падающих на Землю, зависит от расстояния между Солнцем и Землей, угла падения их на Землю, длины их пути через атмосферу. Земля движется вокруг Солнца по вытянутой, эллиптической орбите. Максимальное удаление приходится на дни летнего и зимнего солнцестояния (21 июня и 22 декабря), а минимальное — на дни весеннего и осеннего равноденствия (21 марта и 23 сентября) (рис. 2). Земная ось наклонена к плоскости орбиты на 23,5 градуса, поэтому когда Северный полюс отклоняется от Солнца, в северном полушарии наступает зима, а в южном, наоборот, лето. Сезонные колебания выражены тем сильнее, чем дальше от экватора находится местность.

Наименьший поток солнечной энергии приходится на зоны полюсов. Холодный, суровый арктический и антарктический климат связан с тем, что солнечные лучи падают под большим углом, проходя более длинный путь через атмосферу. Жаркие экваториальные страны обязаны своим климатом почти отвесному падению лучей. Благодаря физическим законам рассеивания солнечного света более жесткая («фиолетовая») компонента солнечного излучения преимущественно приходится на полюса, а более «красная» часть спектра — на экваториальные области.

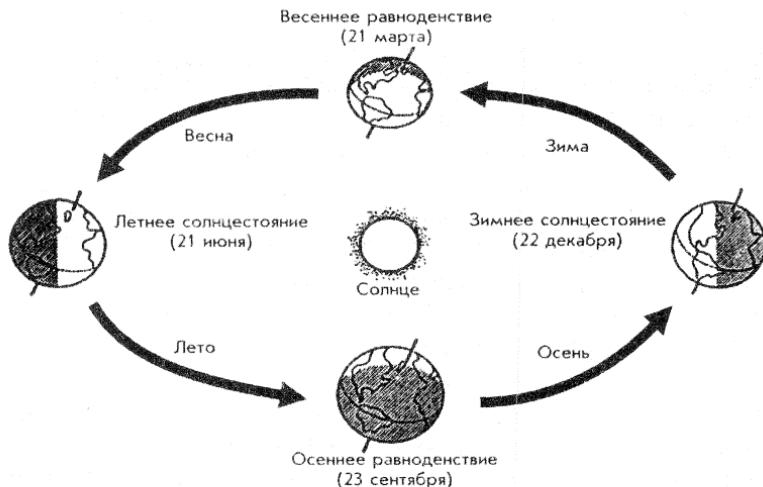


Рис. 2. Различие в освещенности северного полушария Земли в разное время года

Возможно, поэтому загар, полученный в средней полосе или на Балтийском море, отличается от южного.

Вращение Земли вокруг своей оси обуславливает не только смену дня и ночи, но и суточные изменения температуры, которые несколько отстают от изменения инсоляции: обычно теплее всего бывает в середине второй половины дня, а холоднее — перед восходом Солнца.

Солнечная и геомагнитная активность оказывают влияние на жизнедеятельность организмов. В середине XIX в. астрономы-любители Г. Швабе и Р. Вольф впервые установили факт изменения числа солнечных пятен со временем, причем средний период этого изменения составляет примерно 11 лет. В нашей стране в двадцатых годах прошлого столетия влияние Солнца на здоровье людей было описано исследователем А. Л. Чижевским в докторской работе «О периодичности всемирно-исторического процесса». В ней были подробно рассмотрены некоторые взаимосвязи и корреляции (в том числе и такие, как корреляция между солнечной и геомагнитной активностью и ве-



роятностью рождения детей с пороками развития). И все же вопрос не полностью изучен, и к публикуемым наблюдениям следует относиться с известной осторожностью.

Излучение Солнца проходит через атмосферу, оно не задерживается водой или водяными парами. Часть энергии отражается от поверхности Земли, но обратно возвращается в виде более мягкого теплового излучения, для которого влажная атмосфера является препятствием. Оно задерживается и возвращается на Землю. Таким образом, атмосфера служит своеобразной «теплицей» для Земли, где роль прозрачной крыши играют облака и пары воды, которые являются хорошим подспорьем в образовании «парникового эффекта».

Понятие «парникового эффекта» появилось еще в конце XIX в. Сущность его в том, что слой воздуха обогащенного CO₂, хорошо пропускает солнечную радиацию, но задерживает длинноволновое тепловое излучение Земли. Отраженный земной поверхностью солнечный свет в инфракрасной области поглощается в тропосфере и нижних слоях стратосферы, приводя к повышению их температуры. Подобное явление может привести к глобальному потеплению климата на Земле, а следовательно, возникает угроза таяния ледников и частичного затопления суши.

В 1975 г. сотрудники Калифорнийского университета Молина и Роуленд опубликовали результаты теоретических исследований, где предсказали, что накопление хлорфтоглеролов (фреонов) в атмосфере может привести к разрушению озонового слоя, который служит неким «защитным экраном» от воздействия вредных ультрафиолетовых лучей на поверхность Земли, а также препятствует охлаждению планеты. В 1987 г. английские ученые опубликовали данные, что озоновая дыра над Антарктидой занимала площадь 8 млн км², а количество озона в этой области сократилось почти вдвое. Местами эта дыра вышла за пределы Антарктиды, захватив Мельбурн. При этом в Австралии значительно возросла заболеваемость меланомой — раком кожи. Также в 1994 г. было обнаружено, что гигантская озоновая аномалия захватила территории Западной, Восточной Европы, бывшего СССР, США, над которыми на протяжении 12 мес. озоновый слой уменьшался на 10–15 %, а в отдельные месяцы — на 20–40 %.

Неравномерность нагревания атмосферы служит причиной сециркуляции — перемещения воздушных масс. Тepлый воздух экватора поднимается вверх и расходится к полюсам, а на смену

ему приходит более холодный воздух. На полюсах он охлаждается и опускается вниз. Из-за вращения Земли потоки воздуха отклоняются в Северном полушарии — по часовой стрелке, а в Южном — в противоположном направлении. У экватора отклоняющие силы равны нулю, а на полюсах — максимальны, поэтому экваториальные области характеризуются штилями, а на полюсах дуют холодные круговые ветры. На циркуляцию атмосферы влияет и множество других факторов — неравномерность прогревания океана и суши, горные массивы, встающие преградой на пути воздушных масс (так, Гималаи защищают Индию от вторжения холодных масс с севера, а Скалистые горы препятствуют попаданию в США холодного воздуха из Канады). Часто области, прилегающие к горам с разных сторон, различаются по климату. На климат влияет и высота местности: в горах он будет иным, чем на равнинах.

Существуют разные типы климата: горный, морской, континентальный, климат побережий, пустынь, муссонный климат. Возможна и более подробная классификация.

Слово «климат» (от греч. *klima* — наклон земной поверхности к солнечным лучам) первоначально связывалось лишь с географической широтой как важнейшим фактором, определяющим инсоляцию. По мере развития возможностей наблюдений, его стали определять уже как степень теплоты и влажности воздуха. Далее климат стали определять как совокупность метеорологических явлений, характеризующих среднее состояние атмосферы в каком-нибудь месте земной поверхности. Понятие «климат» более сложное, чем погода, поскольку для своего определения требует многолетних наблюдений.

Климат на Земле претерпевает изменения, которые могут носить периодический характер. Среди исследователей, занимавшихся этой проблемой — немецкий географ и климатолог Э. Брикнер. По его мнению, наблюдаются многолетние колебания климата, выражющееся в переходе от холодных и влажных лет к теплым и сухим на протяжении в среднем 35-летнего периода (так называемый цикл Брикнера); в отдельных случаях продолжительность цикла может колебаться от 25 до 50 лет.

Брикнер полагал, что цикл имеет планетарный характер, и может проявляться в колебаниях уровня Каспийского моря, в отступании и надвигании ледников ряда горных систем и других явлениях. Однако высказывались и сомнения в его реальном су-

ществовании. В XX в. колебания климата, определяемые брикнеровым циклом, практически не отмечались — возможно, из-за уменьшения их амплитуды, либо в результате более сильного влияния других процессов. Другие ученые, напротив, считают, что периодические изменения климата в истории Земли — это норма, а продолжительная стабильность — аномалия. Возможны и иные колебания, с более длительным периодом. Поскольку периодичность колебаний может превосходить продолжительность человеческой жизни, однозначно подтвердить или опровергнуть то или иное предположение достаточно сложно. В наши дни метеорологи и климатологи единаково горячо обсуждают два диаметрально противоположные предположения — о глобальном потеплении и о наступлении периода длительного похолодания.

Земная кора, состоящая в основном из горных пород, подвергается выветриванию, в результате чего образуется рыхлый слой, являющийся почвой (после накопления в нем органических остатков). Верхние, наиболее плодородные слои почвы могут разрушаться ветром или дождевыми и талыми водами; этот процесс называется эрозией. В естественных условиях эрозия — очень медленный процесс. Так, в лесу снос талыми водами 20 см поверхностного слоя почвы происходит примерно за 174 тыс. лет, на лугу — за 29 тыс. лет. К сожалению, сельскохозяйственная деятельность человека резко ускоряет этот процесс. Например, при монокультуре кукурузы (столь активно насаждаемой в нашей стране в 60-х годах прошлого века) этот процесс происходит за 15 лет, в то время как при правильном севообороте — в 6–7 раз медленнее. В результате скорость разрушения почвенного покрова превосходит скорость почвообразования.

* * *

Распространение живых организмов обусловлено климатическими условиями, строением почвы и другими факторами. С другой стороны, сами организмы могут менять среду своего обитания и оказывать влияние на климат.

Мы не будем обсуждать, как возникла жизнь на Земле. Существует много предложений — и материалистических, и религиозных. Тем не менее, жизнь возникла и продолжает развиваться.

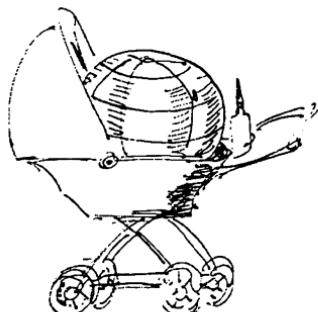
Люди старшего возраста, изучавшие на занятиях по философии труды классиков марксизма, помнят изречение Ф. Энгельса: «Жизнь есть способ существования белковых тел в условиях по-

стоянного обмена веществ с окружающей средой». Если учесть современные достижения биологии и генетики, сюда следовало бы добавить слова: «...способных к саморепликации (самовоспроизведению)...» «С прекращением обмена веществ прекращается и жизнь», — заключил Энгельс.

Основные свойства жизни — это дискретность и непрерывность. Дискретность проявляется в том, что каждый живой организм существует сам по себе и отделен от окружающих. Непрерывность жизни — в том, что на смену одним организмам приходят другие, развивающиеся из них. Этими свойствами земная жизнь отличаются от той, например, что описана известным писателем-фантастом С. Лемом: живым и мыслящим существом на исследуемой планете был Океан.

Нашу планету населяет несколько миллионов видов живых организмов, примерно пятую часть составляют растения, четыре пятых приходится на животных. На Земле почти нет участков, где жизнь отсутствует (обнаружены микроорганизмы, способные выживать даже в реакторах). Более скучная у полюсов, по мере приближения к экватору жизнь отличается все большим многообразием, вновь «беднея» в пустынях. Помимо зависимости от широты и местных условий, природа может меняться и с изменением высоты над уровнем моря (вертикальная зональность). В горах может быть 4—5 растительных поясов, причем смена их снизу вверх соответствует смене поясов от экватора к полюсам. Буйство зелени у подножья гор сменяется вечными льдами вершин.

Ни один вид не существует обособленно от других. Одни из них служат пищей для других, либо, напротив, угрожают их существованию. Иногда существование одного вида невозможно без существования другого. Кроме того, все организмы связаны с окружающей их неживой природой и образуют экосистему. Экосистема — сообщество живых существ и среда их обитания, объединенные в единое функциональное целое, возникающее на основе взаимозависимости и причинно-следственных связей, существующих между отдельными экологическими компонентами. Появилось и понятие «техногенная экосистема» — эко-





система, возникшая или значительно измененная под влиянием техногенных факторов. Любопытным примером техногенной системы является придуманная создателями фильма «Кин-дза-дза» планета Плюк.

Итак, сообщества состоят из видов, нуждающихся друг в друге и дополняющих друг друга. Каждому сообществу присущи определенные пищевые (трофические) связи и определенный «обмен веществ». Разделенные географически, они состоят из аналогичных сообществ организмов, которые даже внешне могут быть похожими. Организмы занимают в сообществе определенные экологические ниши.

Живые организмы в условиях взаимодействия с объектами неживой природы в определенных климатических условиях образуют биомы (англ. *bioma* от греч. «bios» — жизнь и лат. «-ома» — суффикс, означающий совокупность). Они сменяют друг друга в соответствии с климатическими поясами, и получили свои названия по представляющей их растительности (например, тундра, хвойные леса, степи, озера, болота, открытый океан, бухты, проливы и т. д.). Входящие в состав биомов экосистемы тесно связаны потоками энергии и веществ.

Живые организмы можно рассматривать как системы, через которые проходит поток энергии и вещества. Для того чтобы этот процесс был непрерывным, должен происходить круговорот веществ в природе. Если, например, круговорот воды может осуществляться как в живой, так и в неживой природе, то круговорот азота, углерода, фосфора связан с жизнедеятельностью организмов. Именно благодаря цикличности «использования» в экосистемах сохраняются необходимые для жизни элементы.

Иначе обстоит дело с энергией. В отличие от веществ, ее количество практически неиссякаемо, поэтому поток энергии является незамкнутым. Большая часть солнечной энергии рассеивается, однако порядка 8 % солнечных лучей попадает на растения, а 2 % от этого количества используются для фотосинтеза — процесса превращения зелеными растениями и фотосинтезирующими микроорганизмами лучистой энергии Солнца в энергию химических связей органических веществ. Ежегодно в результате фотосинтеза на Земле образуется около 150 млрд тонн

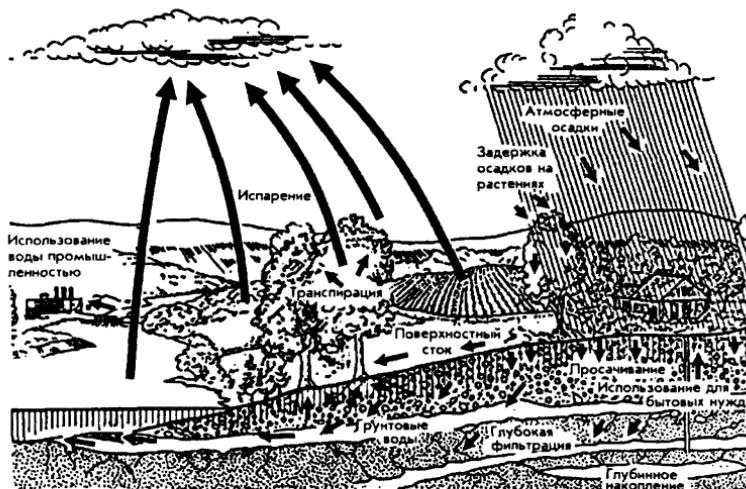


Рис. 3. Круговорот воды

органического вещества, усваивается 300 млрд тонн углекислого газа и выделяется около 200 млрд тонн свободного кислорода. Именно благодаря фотосинтетической деятельности первых земных организмов в первичной атмосфере Земли появился кислород, возник озоновый экран, создались условия для биологической эволюции. Накапливаемая энергия сохраняется в виде прироста биомассы¹.

Часть продукции накапливается зелеными растениями, а часть употребляется растительноядными животными. Полученная энергия расходуется на поддержание жизни, в процессах дыхания и теплоотдачи, а остаток ее накапливается в виде новых особей. Хищники питаются травоядными животными и таким образом получают свою долю энергии.

Каждая экосистема «населена» организмами, образующими популяции². Особи, составляющие популяцию, приспособле-

¹ Биомасса — общая масса особей одного вида, группы видов или сообщества в целом, приходящаяся на единицу поверхности или объема местообитания.

² Популяция (в экологии) — совокупность особей одного вида, занимающих определенный ареал, свободно скрещивающихся друг с другом, имеющих общее происхождение, генетическую основу и в той или иной степени изолированных от других популяций данного вида.



ны (адаптированы) к конкретным условиям. При изменении условий меняется и состав популяции. Таким образом, сообщество живых организмов находится в равновесии с окружающей средой. Адаптация обеспечивается отбором — как внутривидовым, обеспечивающим выживание наиболее приспособленных особей данного вида, так и межвидовым — между представителями видов, занимающих схожие экологические ниши. Два вида не могут занимать одну и ту же экологическую нишу — либо они сольются в одну популяцию (если окажется возможным скрещивание), либо один вид со временем вытеснит другой.

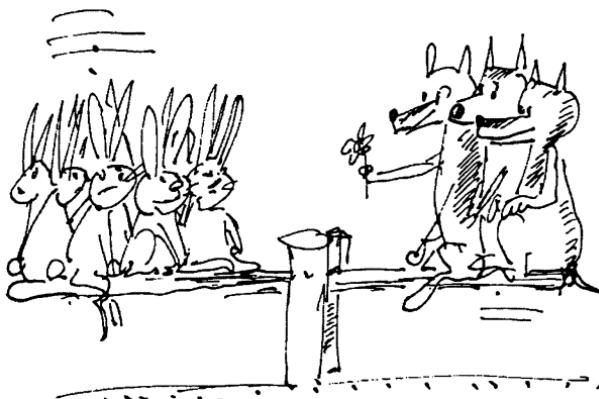
При изменении условий одни виды могут заменять другие; этот процесс называется *сукцессией*. По ее завершении возникает новое равновесное состояние.

Численность популяции определяется, с одной стороны, наличием кормовой базы, с другой — хищников. В начале прошлого века в Аризоне в районе плато Кайбаб было 4000 оленей и большое количество хищников — пум и волков. Истребление хищников привело к тому, что олени размножились, и через 20 лет их число достигло миллиона. Они объели всю растительность, и спустя два года почти половина поголовья вымерла, а растительные ресурсы оказались истощены. Таким образом, хищники поддерживали равновесие между оленями и растительностью и между своей популяцией и популяцией оленей.

В городах большую проблему представляют бродячие собаки. Однако их истребление абсолютно бессмысленно, пока сохраняется кормовая база — помойки и свалки отходов. Более того, если избавляться от собак жестко и радикально, на смену им придут другие «потребители» их пищи — легко размножающиеся крысы, лисицы. Кроме того, увеличивается численность животных, которых собаки уничтожают. Совершенно не очевидно, что новое равновесное состояние будет связано с меньшими проблемами, чем существующее на сегодняшний день.

В этом разделе мы уже не раз говорили о цикличности тех или иных процессов. Действительно, смена дня и ночи опреде-

ляет суточные биоритмы в нашем организме (сонливость около пяти часов дня, которая затем проходит, объясняется снижением функции надпочечников). Каждый год весной и осенью некоторые животные «меняют шубку», и это — годовой цикл. Однако существуют и более сложные зависимости. В начале XX в. известным генетиком С. С. Четвериковым был предложен термин «волны жизни». Этими романтическими словами (синонимы — волны численности, популяционные волны) названы повторяющиеся подъемы и спады численности популяций живых организмов. Амплитуда таких колебаний может достигать у некоторых видов насекомых 10 тысяч раз.



Поскольку разные виды тесно связаны между собой, волны жизни «распространяются» широко.

Классический пример, приводимый в литературе, — циклы усиленного размножения грызунов (леммингов, мышей) в тундре, происходящий каждые 3—4 года (иногда они в такие годы массами мигрируют к морю, где и тонут). В это же время резко возрастает численность питающихся ими песцов и сов. Внезапно, в течение одного сезона численность грызунов резко падает. Вслед за ними песцы гибнут от голода, а совы мигрируют на юг и больше не возвращаются.

Предполагается, что этот процесс может служить сохранению вида, поскольку при сокращении численности из популяции в первую очередь «уходят» более слабые особи, в том числе — с генетическими нарушениями. Таким образом, волны жизни направлены на сохранение стабильности генома.

Контрольные вопросы

1. Какую роль играет солнечная энергия в формировании природных условий на Земле?
2. Какие типы климата известны?
3. Приведите примеры циклических процессов.
4. Как связаны между собой представители разных биологических видов?
5. Дайте определение понятий «экосистема», «популяция», «биом», «биомасса».

Тест

(возможно несколько правильных ответов)

1. Смена времен года связана:

- а) с эллиптической формой земной орбиты;
- б) отклонением земной оси от орбиты;
- в) вращением Земли вокруг своей оси;
- г) циклическим процессом появления пятен на Солнце;
- д) космическим излучением.

2. Климат в данной местности определяется:

- а) географической широтой;
- б) высотой над уровнем моря;
- в) господствующими ветрами;
- г) рельефом местности;
- д) всеми перечисленными факторами;
- е) только географической широтой и высотой над уровнем моря.

3. Взаимодействие живых организмов определяется:

- а) трофическими связями;
- б) конкуренцией и отбором;
- в) ни одним из перечисленных факторов.

4. Волны жизни – это:

- а) повторяющиеся подъемы и спады численности популяций живых организмов;
- б) перемещение морских обитателей, осуществляющееся благодаря морским течениям;
- в) возникновение новых видов живых организмов.

5. Незамкнутым является обращение:

- а) воды;
- б) фосфора и азота;
- в) энергии;
- г) других химических соединений.

Глава 2

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ

Все территории и объекты, находящиеся под особой охраной у государства, подразделяются на три типа:

- административные (военные и оборонные объекты, режимные зоны органов внутренних дел, пригородные зоны);
- историко-культурные (памятники истории, культуры, архитектуры, садово-паркового искусства, историко-культурные заповедники и т. п.);
- природные.

К особо охраняемым природным территориям относятся: государственные природные заповедники, в том числе биосферные; государственные природные заказники; национальные парки; природные парки; дендрологические парки и ботанические сады; лечебно-оздоровительные местности и курорты. Охране подлежат и памятники природы, а также редкие, исчезающие виды животных и растений, занесенные в Красную книгу.

На начало 2006 г. в России действовал 101 государственный природный заповедник общей площадью около 340 000 кв. км. Они расположены во всех природных зонах — от полярных пустынь до субтропиков, в 70 субъектах Российской Федерации.

Кроме того, в нашей стране к особо охраняемым природным территориям относятся 35 национальных парков, а также более 12 000 природных парков, заказников, памятников природы и



других территорий, находящихся под защитой на федеральном или региональном уровнях.

Научные основы организации и совершенствования сети заповедных объектов различного назначения строятся на следующих принципах.

Биогеоценотический принцип: на заповедной территории должны обеспечиваться все условия для развития в естественной среде всех представителей растительного и животного мира.

Исторический принцип: заповедные природные экосистемы должны служить своеобразными эталонами исторического процесса формирования живой и неживой природы.

Зонально-географический принцип: сеть заповедных территорий должна отражать закономерности распределения природных экосистем.

Экологический принцип: специальный природоохраный режим применяется для защиты важнейших экосистем, направлен на поддержание экологического равновесия ландшафтов.

Хозяйственный принцип: в отдельных случаях в природно-заповедный фонд вводят экосистемы, имеющие практическое значение для лесного, сельского, водного и других областей народного хозяйства.

Социальный принцип: благодаря регулируемому заповедному режиму ценные в рекреационном и бальнеологическом

отношении природные территории могут быть использованы для лечения и восстановления здоровья людей.

Научно-исследовательский принцип предусматривает обеспечение природной базы для научных исследований биосферы в настоящее время и в будущем, а также сохранение эталонных хозяйственных экосистем с целью организации длительных наблюдений (система национального и глобального мониторинга) за изменениями биосферы вследствие длительного антропогенного влияния.

Дидактический принцип состоит в установлении заповедного режима на природных объектах, имеющих эколого-образовательное и познавательное значение.

Структура природно-заповедного фонда особо охраняемых территорий постоянно развивается и совершенствуется.

Заповедники

Природные заповедники — это особо охраняемые законом природные комплексы (земля, недра, воды, растительный и животный мир), которые полностью и навсегда исключены из любого хозяйственного использования. Заповедники — высшая категория природоохранных территорий, они служат эталонами естественной природной среды.

Первым заповедником стал Баргузинский заповедник на Байкале, созданный в 1917 г., спустя два месяца после принятия 12 ноября (30 октября по старому стилю) 1916 г. первого в России закона о заповедниках «Об установлении правил об охотничьих заповедниках».

Главная отличительная особенность природного заповедника заключается в наличии признака «заповедности», означающего в соответствии с толковым словарем русского языка неприкосновенное, запретное, заветное. В наши дни в соответствии со ст. 26 Закона РФ «Об охране окружающей среды»¹ и в связи с повышенной социальной значимостью охраняемых территорий и природно-климатических особенностей для них устанавливают более строгие нормативы предельно допустимых вредных воз-

¹ Федеральный закон РФ от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».



действий на природную среду. На территории заповедников запрещается хозяйственная, рекреационная и иная деятельность, противоречащая принципам заповедования или причиняющая вред окружающей природной среде: строительство промышленных и сельскохозяйственных предприятий, разведка и добыча полезных ископаемых, рубка леса, сбор растений, выпас скота, охота, рыбная ловля, применение ядохимикатов и пестицидов (даже вблизи охраняемых территорий), пролет самолетов ниже 2000 м, все формы туризма и отдыха населения и т. п.

Вокруг территории заповедника создаются охранные зоны, в пределах которых запрещена деятельность, вредно влияющая на заповедный режим.

Природный комплекс может быть либо типичным ландшафтом соответствующего региона, либо, наоборот, редким для той или иной местности. Значение заповедника заключается еще и в том, что он является природоохранным научно-исследовательским учреждением, имеющим целью сохранить и изучить естественный ход природных процессов и явлений в типичных и в уникальных системах.

31 российский заповедник имеет статус биосферного, т. е. входит в международную сеть биосферных резерватов, осуществляющих глобальный экологический мониторинг. Основное их отличие от остальных заповедников — наличие на территориях, прилегающих к ним, биосферных полигонов, где ведется ограниченное природопользование (преимущественно традиционное для региона, а также туризм и иные виды рекреационной деятельности).

Концепция биосферного резервата была разработана в 1974 г. рабочей группой программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ). Через два года началось формирование их Всемирной Сети, поддерживающей сегодня обмен информацией, опытом и специалистами между 440 резерватами планеты. Они созданы в 97 странах и сохраняют участки мало нарушенных экосистем большинства биogeографических мест Земли на площади не менее 300 млн гектаров.

Первые биосферные резерваты в СССР появились в 1977 г. Их создавали на базе существующих заповедников — Приокско-Террасного, Кавказского, Аскания-Нова (Украина), Репетекского (Туркменистан) и ряда других.

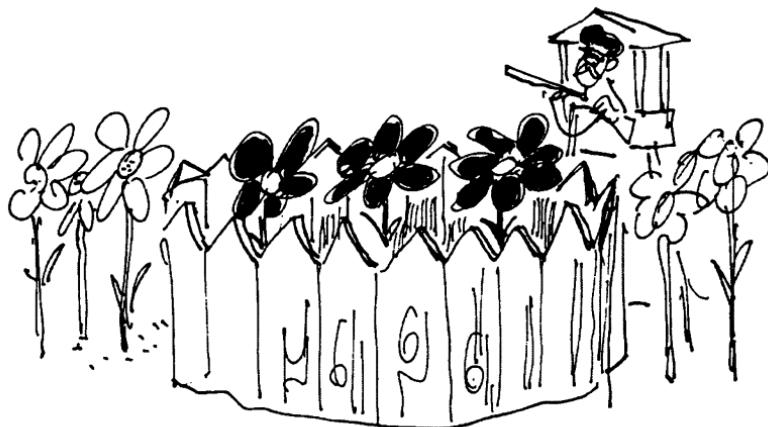
Биосферные резерваты рассматривают как саморегулирующиеся природные системы. Поэтому они должны быть достаточно крупными и экологически обособленными от соседних экосистем и антропогенного влияния. Как правило, они включают уникальные в глобальном аспекте экосистемы и ландшафты (например, с наличием редких и исчезающих на земном шаре видов животных и растений), представляющие особую научно-природоведческую ценность.

Схема биосферных резерватов такова: в центре — заповедное ядро (абсолютно заповедная территория), вокруг которой выделяется буферная зона, функция которой заключается в снижении отрицательного влияния хозяйственной деятельности на природный комплекс заповедника, а за ней идет буферный полигон — зона обычного, но строго рационального, хозяйственного использования территории в интересах научно-прикладных исследований по профилю заповедника. Главной задачей биосферных резерватов является обеспечение многолетних сравнительных исследований экосистем, участие в глобальном мониторинге окружающей природной среды. К биосферным резерватам относятся и 5 национальных парков России.

Заказники

Природные заказники — это природные комплексы, предназначенные для сохранения или воспроизведения одних видов природных ресурсов в сочетании с ограниченным и согласованным использованием других природных ресурсов. По терминологии нормативных актов 20-х годов XX в. — это «неполные заповедники».

Заказники организуют, когда для достижения цели достаточно провести ограничение или запрещение использования лишь некоторых ресурсов. Примером служат резерваты-заказники лекарственных растений — природоохранные территории с режимом, предупреждающим истощение запасов некоторых видов ле-



карственных растений. Сбор лекарственных растений в заказниках разрешается лишь под строгим контролем, в пределах, не нарушающих их воспроизводство.

Среди заказников наиболее значительными по количеству и занимаемой площади являются охотничьи заказники. Их задача — долгосрочная резервация и охрана мест обитания некоторых ценных животных. Режим заказников предусматривает не только запрет охоты, но и ограничения на некоторые виды хозяйственной деятельности, которые могут нанести вред охраняемым видам животных.

Национальные и природные парки

Национальные и природные парки — это изъятые из хозяйственного использования особо охраняемые природные комплексы, имеющие значение как типичные или редкие ландшафты, среда обитания сообществ диких растений и животных, места отдыха, туризма, экскурсий, просвещения населения. Национальный природный парк — достаточно большая территория, где охрана природы сочетается с рекреацией. Он состоит из одной или нескольких экологических систем либо природных ландшафтов высокой эстетической ценности, мало или вообще не измененных деятельностью человека, где охраняют растения, животных и ландшафты. Согласно законодательству Российской Федерации

рации национальные природные парки образуют с целью охраны природы (например, традиционных мест проживания малочисленных народов Севера) в сочетании с экологическим воспитанием населения, организацией его отдыха, развитием туризма.

Всю территорию национального (природного) парка разбивают на несколько зон, каждая из которых имеет свой правовой режим. Чаще всего действуют четыре зоны: заповедная, заказная, рекреационная и хозяйственная. Центральное заповедное ядро национального (природного) парка функционирует как природный заповедник. Оно служит природной лабораторией парка для осуществления задач экологического мониторинга. Зону заказного режима организуют по принципам природного заказника. Рекреационные зоны предназначены для туризма, отдыха посетителей, размещения объектов сервиса, информационного обслуживания и т. п. Хозяйственная зона обычно является внешней по отношению к перечисленным. По принятой международной классификации национальный парк, в отличие от природного, характеризуется преобладанием экологических задач над рекреационными.

В США в 1872 г. был создан первый ныне всемирно известный Йеллоустонский национальный парк (штаты Вайоминг, Монтана, Айдахо). Всего в мире в наши дни действует более двух тысяч национальных парков, среди них такие, как Высокие Татры (Чехия), Казиранга (Индия), уже упоминавшийся Йеллоустонский, Гранд-Каньон (США), Цаво (Африка) и многие другие. Для зарубежных стран эта форма охраны природы является традиционной.

В СССР первоначально функции национальных парков были возложены на заповедники. Первые национальные парки в России были созданы в 1983 г. — «Сочинский» на побережье Черного моря и «Лосиный остров» на территории Москвы и Московской области.

Памятники природы

Термин «памятник природы» впервые был применен в 1819 г. немецким естествоиспытателем А. Гумбольдтом (1769—1859). Памятниками природы объявляют отдельные уникальные при-

родные объекты и природные комплексы, имеющие реликтовое, научное, историческое, эколого-просветительское значение и нуждающиеся в особой охране государства. К числу памятников природы относят эталонные участки нетронутой природы, геологические обнажения, уникальные формы рельефа, отдельные объекты живой и неживой природы — водопады, гейзеры, пещеры, палеонтологические объекты, отдельные деревья-долгожители и т. д.

В нашей стране и в мире выявлено несколько тысяч памятников природы, в основном конкретные объекты. В их числе Хостинская тисосамшитовая роща (Краснодарский край), скальные обнажения на берегу Дона с реликтовой растительностью (Липецкая область), отдельные валуны и многие другие.

Из деревьев-памятников особенно известны дуб в Ясной Поляне, чинара «Семь братьев» под Ашхабадом, сросшиеся стволы которой могут обхватить 10 человек, а также гигантские секвойи в знаменитой Йоссемитской долине (США), возраст которых превышает 3 тыс. лет, а высота — 90 м. В Калифорнии находится и самое старое дерево в мире — секвойя, возраст которой оценивается примерно в 4650 лет.

Иные особо охраняемые природные территории

Музеи-заповедники. К ним относятся историко-мемориальные, литературные музеи, музеи-усадьбы, музеи под открытым небом и т. д. Музеи-заповедники представляют собой большую историко-культурную ценность. Среди известных всему миру музеев-заповедников — Ясная Поляна, Поленово, Кижи, Владимиро-Сузdalский, Абрамцево, Кусково, и, конечно же, Московский Кремль и музеи Петербурга. Строго говоря, они относятся к группе историко-культурных особо охраняемых территорий, однако в большинстве из них природная составляющая играет важную роль.

Дендрологические парки и ботанические сады: в их задачи входит создание специальных коллекций растений в целях сохранения разнообразия и обогащения растительного мира, а также осуществление научной, учебной и просветительской деятельности.



Лечебно-оздоровительные местности и курорты выделяют на территориях (акваториях), пригодных для организации лечения и профилактики заболеваний, а также для отдыха населения и обладающих природными лечебными ресурсами (минеральными водами, лечебными грязями, лечебным климатом, пляжами и т. п.).

Эколого-курортный регион — относительно новая форма особо охраняемых территорий, появившаяся в 1994 г. в связи с образованием особо охраняемого эколого-курортного региона Кавказских Минеральных вод.

Месторождения минеральных вод и лечебных грязей, природа курортов крайне чувствительны к загрязнениям. На территории Кавказских Минеральных Вод действуют более 40 промышленных предприятий. Их выбросы представляют собой серьезную проблему для региона.

Красные книги

Когда в разговоре хотят подчеркнуть редкость, иногда говорят: «Это из Красной книги!» Что же представляет собой этот документ?

Первым международным соглашением по сохранению биоразнообразия можно считать подписанную в 1902 г. в Париже Международную конвенцию по охране птиц, полезных в сельском хозяйстве. Спустя почти полвека, в 1948 г., был создан Международный союз охраны природы и природных ресурсов —



МСОП (в 1988 г. он был переименован во Всемирный союз охраны природы). Уже на втором году своей деятельности МСОП создал специальную Комиссию по редким и исчезающим видам, которая поставила своей основной целью создание мирового списка животных, которым грозит исчезновение. Поскольку красный цвет — это сигнал опасности, председатель комиссии Питер Скотт предложил назвать его Красной книгой.

Первое издание Красной книги, состоящее из 2 томов, появилось в 1963 г. Книга напоминала перекидной календарь, состоящий из отдельных скрепленных между собой листов, каждый из которых был посвящен одному виду. Предполагалось, что отдельные листы могут выниматься и добавляться новые — в зависимости от изменения численности включенных в Красную книгу видов. Однако позже от этой идеи отказались, и предпочтение было отдано традиционному варианту.

Работа над Красной книгой постоянно продолжается. Виды, включенные в нее, подразделяются на пять категорий:

- исчезающие виды — находящиеся под серьезной угрозой исчезновения; их спасение невозможно без специальных мер охраны и восстановления (эти виды описаны на красных страницах);
- редкие виды — не находящиеся под прямой угрозой вымирания, но сохранившиеся в небольшом количестве или на ограниченных территориях; есть опасность их исчезновения (белые страницы);
- виды, находящиеся под угрозой исчезновения, — их численность быстро и неуклонно падает (желтые страницы);

- неопределенные виды — очевидно, находящиеся под угрозой исчезновения, но поскольку достоверных фактов о состоянии их популяций нет, приведены в конце тома на серых страницах);
- виды восстанавливющиеся (зеленые страницы).

Дополнением к Красной книге МСОП стали национальные Красные книги. Красная книга СССР учреждена в 1974 г. и впервые вышла в свет в 1978 г., к открытию XIV Генеральной ассамблеи Международного союза охраны природы, проходившей в СССР, в Ашхабаде. Ее второе издание опубликовано в 1984 г., при этом в списках первого тома числились 92 вида и подвида млекопитающих, 80 птиц, 35 рептилий, 9 амфибий, 9 рыб, 209 насекомых, 2 ракообразных, 11 червей, а во второй том внесено 608 видов высших растений, 20 грибов, 29 лишайников. Всего в Красную книгу было занесено 1116 видов и подвидов флоры и фауны. В 1982 г., в соответствии с Законом РСФСР «Об охране и использовании животного мира»¹, была учреждена Красная книга РСФСР, которая вышла в свет в 1983 г. В нее было занесено 65 видов млекопитающих, 107 видов птиц, 11 видов рептилий, 4 вида амфибий, 9 видов рыб, 15 видов моллюсков и 34 вида насекомых.

В Красную книгу Российской Федерации по ныне действующему положению включают объекты животного и растительного мира, отвечающие следующим условиям:

1. Нуждающиеся в специальных мерах охраны, а именно:
 - находящиеся под угрозой исчезновения;
 - уязвимые, эндемичные² и редкие, охрана которых важна для сохранения флоры и фауны различных природно-климатических зон;
 - реальная или потенциальная хозяйственная ценность которых установлена, и при существующих темпах эксплуатации их запасы поставлены на грань исчезновения;
 - те, которым не требуется срочных мер охраны, но необходим государственный контроль за их состоянием в силу их уязвимости, например, естественно редкие.

¹ Закон РСФСР от 14.07.1982 г. «Об охране и использовании животного мира».

² Эндемичный — местный, свойственный какой-либо стране, местности.

2. Подпадающие под действие международных соглашений и конвенций.

3. Занесенные в Международную Красную книгу и Красные книги государств-участников СНГ.

Органом, отвечающим за ведение и издание Красной книги России, является Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. По его представлению, согласованному с Министерством сельского хозяйства, Федеральной службой лесного хозяйства, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и Российской академией наук, принимается решение об изменениях и дополнениях перечня видов. Издание Красной книги России должно осуществляться не реже одного раза в 10 лет. Правительство России утвердило статус Красной книги Российской Федерации: это официальный документ, содержащий свод сведений о редких и исчезающих видах животных и растений, а также о необходимых мерах по их охране и восстановлению.

Со второй половины 1980-х гг. в СССР началось составление региональных Книг редких видов животных и растений в масштабах республик, краев, областей, автономных округов. В наши дни Красные книги изданы во многих субъектах Российской Федерации.

Охрана исчезающих видов живой природы становится особенно острой проблемой в мегаполисах и их окрестностях. В 2001 г. была издана Красная книга Москвы — официальный документ, содержащий сведения о состоянии редких, исчезающих и уязвимых на территории Москвы видов животных и растений. В ней приведены данные об их распространении в черте города, численности, особенностях обитания в сложных экологических условиях, лимитирующих факторах, принятых и необходимых мерах охраны. В первое издание Красной книги Москвы занесены 18 видов млекопитающих, 80 видов птиц, 3 вида пресмыкающихся, 8 видов земноводных, 10 видов рыб, 163 вида беспозвоночных, 101 вид сосудистых растений, 27 видов мохообразных, 8 видов водорослей, 18 видов лишайников и 13 видов грибов. Тремя годами ранее, в 1998 г., издана Красная книга Московской области, содержащая описание 395 объектов животного мира и 294 объектов растительного мира.

Центральное место в Красных книгах любого уровня занимают рекомендации по мерам сохранения вида.

Охрана животных приводит иногда к неожиданным результатам. Так, из новой редакции Красной книги Белоруссии были исключены бобры — они размножились настолько, что заселили все регионы республики, а их бурная деятельность наносит ущерб лесам и сельхозугодьям. Описаны случаи (в Украине, Эстонии), когда деревья, после того, как их подгрызали бобры, падали на линии электропередач, что приводило к нарушениям в энергоснабжении и даже возгораниям. Бобры сгребли немало пограничных столбов между Латвией и Эстонией. Слышатся и курьезы: по сообщению NEWS.ru, в американском штате Луизиана была обнаружена самая дорогая бобровая плотина в мире, построенная из стодолларовых купюр. Преступник похитил 75 тысяч долларов в казино и спрятал сумку на дне лощины. Бобры же «экспроприровали экспроприированное» для своих нужд. Газета «Комсомольская правда» (от 7 сентября 2006 г.) рассказала о том, что в результате активной строительной деятельности бобров регулярно оказываются затопленными дачные участки в Подмосковье. Охота на них ограничена (бобры занесены в Красную книгу области), а их естественных врагов — волков, не осталось.

Контрольные вопросы

1. Перечислите типы особо охраняемых территорий.
2. На каких принципах строится деятельность особо охраняемых природных территорий?
3. Какие памятники природы, музеи-заповедники или иные особо охраняемые природные территории находятся в вашем регионе? Расскажите о них.
4. Какие животные или растения включены в Красную книгу в вашем регионе?

Тест

(возможно несколько правильных ответов)

1. К особо охраняемым природным территориям относятся:
 - а) лечебно-оздоровительные местности и курорты;
 - б) национальные парки;
 - в) пешеходные зоны в городах с численностью населения более 500 тыс. человек;
 - г) территории садовых товариществ, расположенных на землях, выведенных из сельскохозяйственного обращения.

2. В биосферных заповедниках:

- а) осуществляется глобальный экологический мониторинг;
- б) разрешена охота;
- в) благодаря отсутствию ограничений на природопользование моделируется антропогенное воздействие.

3. Заказники – это:

- а) «неполные заповедники»;
- б) хозяйства, поставляющие по предварительным заказам лекарственные растения;
- в) природные комплексы, предназначенные для сохранения или воспроизведения одних видов природных ресурсов в сочетании с ограниченным и согласованным использованием других природных ресурсов.

4. В Красную книгу включаются:

- а) только млекопитающие, численность которых сокращается не менее чем на 20 % в год;
- б) исчезающие и редкие виды а также виды, находящиеся под угрозой исчезновения;
- в) восстанавливающиеся виды;
- г) неопределенные виды.

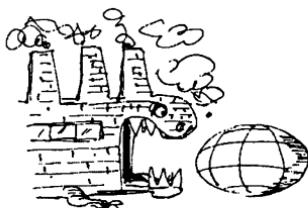
Глава 3

ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В 1804 г. известный французский ученый Жан-Батист Ламарк высказал весьма пессимистическое суждение о том, «...что назначение человека как бы заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав Земной шар непригодным для обитания».

К сожалению, развитие промышленности позволило человеку осуществлять этот процесс с еще большей «эффективностью». Практически все отрасли так или иначе разрушительно воздействуют на окружающий нас мир. Например, только в атмосферу ежегодно выбрасывается более 8 тыс. вредных ядовитых веществ, а количество веществ, загрязняющих водоемы, превышает две тысячи.

Для минимизации выбросов в атмосферу, в гидросферу и в литосферу на производстве проводят комплекс различных природоохранных мероприятий. Наиболее рациональный метод — изменение технологических процессов производства. Однако это не всегда возможно и связано с большими экономическими затратами. Основные природоохранные мероприятия направлены на внедрение технологий очистки, переработки, утилизации отходов, образующихся в результате производства какой-либо продукции. Рассмотрим техногенное воздействие на окружающую среду на примерах некоторых отраслей промышленности.



Электроэнергетика

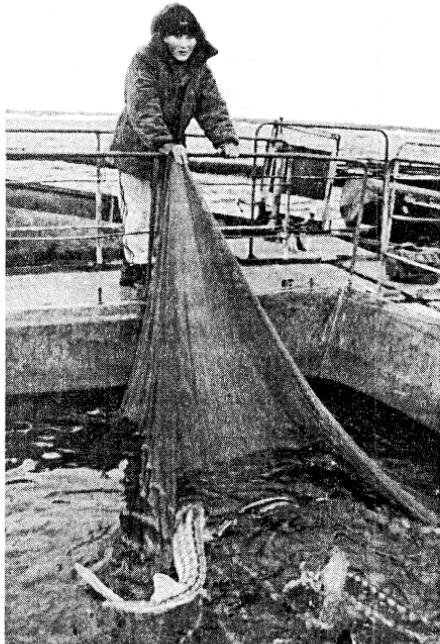
Как получают электроэнергию? Основную долю энергии — при сжигании или переработке такого сырья, как уголь, нефть, газ, торф и т. п., что влечет за собой загрязнение воздушного бассейна продуктами сгорания и вызывает тепловое загрязнение атмосферы, загрязнение водоемов и водотоков сточными водами (преимущественно ГЭС, ТЭС), электромагнитное загрязнение (ЛЭП), радиоактивное загрязнение (АЭС)¹ и пр.

Характерными выбросами данной отрасли в атмосферу являются сернистый газ, оксид углерода, оксиды азота, сажа и такие токсичные соединения, как оксид ванадия (V), бенз(а)пирен. По статистическим данным, в России ежегодно предприятиями электроэнергетики в воздушный бассейн выбрасывается около 6,0 млн тонн вредных веществ, примерно в таком соотношении: 31 % — пыль, 42 % — диоксид серы, 23,5 % — оксид азота.

Сточные воды, образующиеся в результате технологических процессов, являются источниками теплового загрязнения, а также содержат взвешенные вещества, нефтепродукты, хлориды, сульфаты, соли тяжелых металлов, такие специфические вещества как сероводород, капролактам, формальдегид.

Однако повышение температуры водоемов (при тепловом загрязнении) можно использовать и как положительное явление. После пуска атомной станции для использования подогретой воды в устье сбросного канала (на теплых водах озера Песьво) было создано рыбоводное хозяйство Калининской АЭС. Так как температура воды на поверхности в зимнее время не опускается ниже 0 °C, большая часть площади озер Песьво и Удомля зимой не замерзает

¹ Следует отметить, что в условиях нормальной работы атомные электростанции в экологическом отношении являются наиболее «чистыми», поскольку все вредные радиоактивные отходы накапливаются внутри АЭС и не выходят в окружающую среду в количествах, превышающих естественные уровни радиации. Но именно их высокая экологичность представляет потенциальную опасность в случае радиационных аварий, которые могут затронуть большие территории и проживающих на них людей. В наши дни требования к безопасности АЭС настолько высоки, что вероятность крупной аварии реактора, которая приведет к гибели людей от облучения, рассчитана как один случай за миллион лет. Этот срок в 20 тыс. раз превышает средний срок эксплуатации современных реакторов.



В рыбоводном хозяйстве Калининской АЭС. Фотография из работы Алены Турпак, финалистки конкурса «Энергия будущего», проводимого Детской Ядерной Академией. <http://ef-concurs.dya.ru/2004-2005/docs/05025.doc>

даже в сильные морозы. Были смонтированы садковые линии для производства карпа; в небольших количествах выращиваются осетр и форель. Уже много лет это хозяйство успешно работает, поставляя свежую рыбу не только к столам жителей городка энергетиков Удомли, но и в ближайшие мегаполисы — Москву и Санкт-Петербург.

Черная металлургия

Предприятия черной металлургии в атмосферный воздух выбрасывают загрязняющие вещества, образующиеся в результате производства чугуна и стали, агломерационного производства, с мест погрузки/разгрузки материалов. Основную часть загрязнений составляют: оксид углерода, твердые вещества, диоксид серы, оксид азота, сероводород, этил бензол.

В результате использования воды при охлаждении технологического оборудования происходит ее нагрев и насыщение металлическими и растворенными примесями, поэтому сточные воды насыщены взвешенными веществами, сульфатами, хлоридами, соединениями железа, тяжелых металлов и т. д.

Цветная металлургия

Предприятия цветной металлургии являются «активными поставщиками» различных веществ в воздушную среду, основными компонентами которых является диоксид серы (75 % от суммарного выброса в атмосферу), оксида углерода (10,5 %) и пыли (10,4 %).

К второстепенным выбросам в атмосферу относятся: фтористые соединения, хлор и хлористый водород, оксид азота и пары азотной кислоты, оксид кремния, оксид алюминия, мышьяковый водород, пары ртути, аммиака, масляный туман, углеводороды, пары акролеина, серной и соляной кислот, сульфат меди, никель, кобальт, пыль руды и концентратов, известняка, кварца, огарка, угля, возгоны металлов, среди которых наибольшую долю составляют цинк и свинец, селен, олово.

Сточные воды предприятий цветной металлургии загрязнены минеральными веществами, флотореагентами (например, цианидами, ксантогенатами, нефтепродуктами и т. п.), солями тя-



желых металлов (меди, цинка, никеля), мышьяком, фтором, ртутью, сурьмой, сульфатами, хлоридами и т. д.

Почвенный покров загрязняется отвальными металлургическими шлаками — «хвостами», и, как следствие, соединениями тяжелых металлов (в частности свинца, марганца).

Нефтедобывающая промышленность

Нефтедобывающая промышленность является источником загрязнения и нарушения земель, выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и водный бассейн.

Основное вредное воздействие нефтедобывающей промышленности направлено на атмосферный воздух. Большая часть выбросов приходится на жидкие и газообразные вещества.

Среди загрязняющих веществ, образующихся в процессе добычи нефти, преобладают углеводороды, оксид углерода, твердые вещества.

По статистическим данным, нефтедобывающая промышленность дает $\frac{1}{12}$ всех выбросов в России от промышленных стационарных источников, $\frac{1}{10}$ объема всех выбросов жидких и газообразных веществ.

Образование сточных вод в нефтедобыче незначительно.

Нерациональная разработка месторождений приводит к их преждевременному истощению. К сожалению, запасы нефти на Земле не безграничны. Уже в наши дни эта проблема является не абстракцией, а реальностью.

Нефтеперерабатывающая промышленность

При переработке нефти в атмосферу поступают углеводороды, диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота.

При производстве образуется значительное количество сточных вод, насыщенных нефтепродуктами, различными взвешенными веществами, сульфатами, сульфидами, хлоридами, щелочами, едким натром, фенолами, сернокислым аммонием (в ряде процессов).

Накопленный в результате очистки стоков нефтешлам, а также нефтешлам от других технологических процессов является весомым загрязнителем почвенного покрова. В настоящее время существует ряд технологий переработки нефтешлама, которые помогут снизить его воздействие на окружающую среду. Переработанный нефтешлам используют в качестве топлива, строительных материалов (например, при строительстве дорог), для рекультивации земель и т. п.

Угольная промышленность

Основными потребителями угля являются электроэнергетика, многие другие отрасли промышленности, жилищно-коммунальное хозяйство, сельское хозяйство.

Уголь в естественном состоянии содержит глину, некоторое количество скальных пород, пириты, однако при его добыче добавляются такие примеси, как древесина, железо, обломки породы, руда.

Деятельность угольной промышленности ведет к истощению водных ресурсов, нарушению гидрологического режима поверхностных и сточных вод, загрязнению воздуха твердыми и газообразными веществами, нарушению и загрязнению земельных ресурсов.

В атмосферу выбрасываются твердые вещества, оксид углерода, диоксид серы, оксид азота, сероводород, фториды.

Сточные воды предприятий содержат взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, нефтепродукты, железо, медь, никель, алюминий, кобальт, магний, марганец, формальдегид и др.

Еще одним негативным «продуктом» угольной промышленности являются терриконы¹.

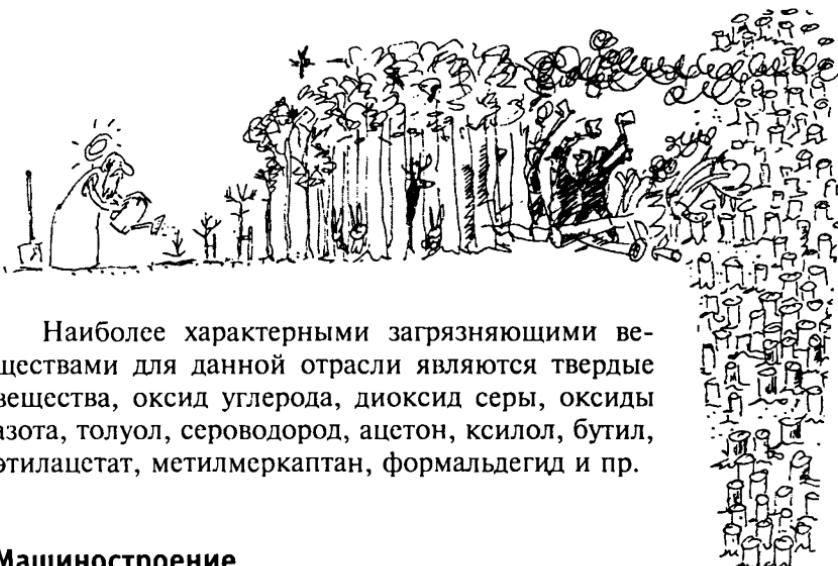
Экологический ущерб, наносимый терриконами окружающей среде, проявляется в отчуждении сельскохозяйственных угодий и, как следствие, деградации почв; загрязнении атмосферного воздуха из-за интенсивного горения терриконов; угнетении и исчезновение отдельных видов биоты, а также в увели-

¹ Терриконы (*фр. Terri* — отвал породы, *фр. Conique* — конический) — отвал, искусственная насыпь пород, извлеченных при подземной разработке месторождений угля и других полезных ископаемых.

чении концентраций вредных веществ в почве; социальном и психологическом ущербе населению по причине деградации ландшафта.

Лесная промышленность

Проблемы, связанные с лесной промышленностью, многосторонни. Перед технологами, экологами производства возникает такие задачи, как минимизация потерь древесного сырья в процессе его заготовки и переработки. Поэтому приоритетны технологии, которые позволяют использовать древесину вторично, что позволяет сократить вырубаемые лесные площади.



Наиболее характерными загрязняющими веществами для данной отрасли являются твердые вещества, оксид углерода, диоксид серы, оксины азота, толуол, сероводород, ацетон, ксилол, бутил, этилацетат, метилмеркаптан, формальдегид и пр.

Машиностроение

Машиностроение включает следующие отрасли: тяжелое, энергетическое, транспортное, станкоинструментальное, автомобильное, тракторное и сельскохозяйственное, электротехническое, нефтяное, строительное, дорожное, коммунальное, приборостроение.

В выбросах в атмосферу предприятий машиностроения присутствуют: оксид углерода, диоксид серы, пыль и взвешенные ве-

щества, оксиды азота, ксилол, толуол, ацетон, бензин, бутилацетат, аммиак, этилацетат, серная кислота, марганец, хром, свинец и др.

Сточные воды, образующиеся в процессе производства (а преимущественно это воды травильных и гальванических цехов), насыщены нефтепродуктами, сульфатами, хлоридами, взвешенными веществами, цианидами, соединениями азота, солями железа, меди, цинка, никеля, хрома, молибдена, фосфора, кадмия.

Транспорт

Транспорт и его инфраструктура оказывают значительное негативное воздействие на окружающую среду. В атмосферу поступают отходящие газы двигателей внутреннего сгорания (ДВС), содержащие оксиды углерода, оксиды азота, оксиды серы, твердые частицы, бенз(а)пирен, свинец, альдегиды. Особенна велика роль автотранспорта в загрязнении атмосферы городов, где на его долю приходится до 85 % вредных выбросов.

На образование выбросов автомобильных двигателей оказывают влияние конструкция ДВС и его выпускного тракта, традиционное моторное топливо (бензин, дизельное топливо), а также частые остановки, торможение, изменение скорости и дополнительное маневрирование при движении автомобиля.

Принятые в наши дни стандарты (например, Евро-2003) ограничивают выбросы по окиси углерода, вынуждая применять специальные устройства (нейтрализаторы), благодаря которым в



атмосферу выделяются уже диоксид, а не моноксид углерода. Диоксид углерода, в отличие от моноксида, является нетоксичным веществом. Основное влияние диоксида углерода сводится к его способности поглощать инфракрасные лучи и тем самым увеличивать «парниковый эффект». Кроме того, наличие диоксида углерода и некоторых других органических соединений в атмосфере, по предположениям, приводит к образованию «озоновых дыр». В ратифицированном Россией Киотском протоколе введены ограничения по выделению диоксида углерода в атмосферу, что дает повод задуматься не только о внедрении новых конструктивных решений ДВС (применение нейтрализатора уже не спасет ситуацию), а о применении альтернативных видов топлива, которые позволяют при своем использовании свести к минимуму количество выбрасываемых вредных веществ. К тому же внедрение альтернативных видов топлива необходимо еще и в связи с ожидаемым дефицитом традиционного моторного топлива (бензин, дизельное топливо).

В настоящий момент широкое использование в мировой практике получили следующие виды альтернативного топлива: метан (природный газ), пропан-бутан (сжиженный нефтяной газ), диметилэфир, метanol.

Наибольшие шансы потеснить традиционный бензин и дизельное топливо имеет природный газ (метан), прежде всего в силу своей низкой себестоимости и практической неограниченности ресурса для России. Хотя природный газ и относится к невозобновляемым энергоресурсам, но его в мире значительно больше, чем нефти. Согласно исследованиям, замена традиционных видов топлив природным газом снижает вредные выбросы оксида углерода в 5–10 раз, углеводородов в 3, оксидов азота в 1,5–2 раза. К тому же, при использовании метана происходит увеличение ресурса двигателя на 40 %, срока службы свечей зажигания — в 4 раза, моторного масла — 1,5 раза. Да и стоимость метана в настоящее время невелика.

Однако при всех названных достоинствах у метана есть ряд существенных недостатков: низкая концентрация объемной энергии, из-за которой его сжимают до 200–400 атм. и помещают в специальные баллоны; слаборазвитая сеть метановых АЗС (если говорить о России); цена газобаллонного оборудования; сложность прохождения ежегодного технического осмотра авто-



мобиля для частного автовладельца из-за внесения изменений в конструкцию автомобиля.

Во многих странах для стимулирования газификации автотранспорта уменьшают налоги на транспортные средства, использующие газовое топливо. Итальянские власти даже берут на себя две трети расходов по переводу частного автотранспорта на газовое топливо. Правда, в качестве газового топлива выступает пропан-бутан (сжиженный нефтяной газ). Кстати, в России нефтяной газ в последние несколько лет тоже приобрел популярность, его привлекательность состоит в относительной дешевизне оборудования и стоимости. Однако в России еще очень слабо развита сеть пропан-бутановых АЗС.

Альтернативой дизельному топливу считается диметилэфир. В отличие от солярки, он практически не образует дыма и сажи, а количество окислов азота в выхлопе ДВС снижается в 3–4 раза. По экономичности это горючее сравнимо с дизельным топливом, а по оценкам специалистов Volvo, тягово-мощностные показатели мотора, работающего на диметилэфире, в 1,5 раза выше, чем при использовании дизельного топлива.

Применение водородного топлива, которое многие эксперты причисляют к топливу с «нулевым выбросом», сводится, в первую очередь, к топливным элементам, в которых электрическая энергия, получаемая в результате электрохимической реакции, используется для привода транспортного средства. Подобные электромобили по техническим, экономическим и экологическим характеристикам могут превзойти автомобиль с ДВС только через столетие, и поэтому на сегодняшний день можно говорить лишь о разработках и производстве гибридных автомобилей, что, собственно, в мире и происходит.

Что касается проблем частых остановок, торможения, изменения скорости и дополнительного маневрирования при движении автомобиля, то можно порекомендовать использовать следующие меры на региональном уровне: изменение направления движения в какой-либо части города; строительство новых и расширение существующих автомагистралей; развитие сети экологически выгодного общественного транспорта (троллейбусы,

метро, монорельс и т. д.); строительство парковок для частных транспортных средств на окраинах городов.

На государственном уровне надо способствовать проведению программ, направленных на развитие инфраструктуры муниципального экологичного автотранспорта: метро, «легкое метро», скоростные трамваи, троллейбусы и др.

Контрольные вопросы

1. Какие способы производства энергии являются наиболее «экологичными», а какие наиболее безопасными?
2. Как воздействуют на окружающую среду металлургические предприятия?
3. К каким последствиям приводят добыча и переработка нефти, добыча угля?
4. Каким образом можно уменьшить вредное воздействие транспорта на окружающую среду?
5. В чем выражается экологический ущерб, наносимый окружающей среде, терриконами?
6. Какие отрасли промышленности являются основными потребителями угля?
7. Назовите наиболее характерные загрязняющие вещества, образующиеся в результате технологических процессов предприятий лесной промышленности
8. Каково влияние предприятий машиностроительного комплекса на окружающую среду?
9. Какое влияние диоксид углерода оказывает на атмосферу?
10. В чем основное преимущество природного газа при его использовании в качестве альтернативного топлива?
11. Какое топливо называют «топливом с “нулевым” выбросом»?
12. Какие мероприятия необходимо проводить на региональном уровне для устранения частых остановок, торможения, изменения скорости и дополнительного маневрирования при движении автомобиля на автомагистралях?

Тест

(возможно несколько правильных ответов)

1. При переработке нефти в атмосферный воздух поступают:
 - а) углеводороды;
 - б) диоксид серы;
 - в) диоксид углерода и оксиды азота;
 - г) только «в»;
 - д) только «б» и «в».

2. В мировой практике широко используют следующие виды альтернативного топлива:

- а) метан;
- б) пропан-бутан;
- в) изобутан;
- г) фенол;
- д) диметилэфир;
- е) метanol.

3. При применении в качестве альтернативного топлива природного газа необходимо учитывать ряд его существенных недостатков:

- а) снижение выброса оксида углерода в атмосферу;
- б) увеличение ресурса работы двигателя внутреннего сгорания;
- г) низкая концентрация объемной энергии;
- д) цена газобаллонного оборудования.

4. На образование выбросов автомобильных двигателей оказывают влияние:

- а) конструкция кузова автомобиля;
- б) конструкция двигателя внутреннего сгорания;
- в) конструкция выхлопной трубы;
- г) моторное топливо;
- д) частые остановки, торможение;
- е) изменение скоростное режима движения автомобиля.

Глава 4

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Человек подвергается воздействию различных факторов природного и техногенного характера, и по мере развития цивилизации число их увеличивается. Основные виды опасности можно свести к физическим, химическим, биологическим. (Такие виды опасности, как, например, криминогенная, не являются предметом рассмотрения данного курса, хотя обусловленный ими риск, безусловно, существует.)

Среди физических факторов на первое место поставлены излучения. Одной из существенных характеристик излучения является его энергия, которая определяется частотой или длиной волны. От энергии зависят его свойства, способность воздействовать на все живые объекты (в т. ч. и на человека).

«Радиация» является синонимом слова «излучение», однако в обыденной жизни под радиацией понимают только ионизирующие излучения. Электромагнитные излучения более низких энергий являются неионизирующими. В сознании людей связанная с радиацией опасность является наиболее значимой, и это в немалой степени связано с аварией на Чернобыльской АЭС. Вместе с тем, реальное число погибших за 20 лет составило 50 человек. Радиационные



аварии могут затронуть большое количество людей, однако при этом надо отметить, что они не идут ни в какое сравнение с последствиями других техногенных катастроф. За 60 лет в нашей стране было 175 инцидентов локального характера, 3 крупные радиационные аварии, кроме того, произошло воздействие на население после первого атомного взрыва на Семипалатинском полигоне. В общей сложности радиационные поражения получили 568 человек, 71 из них умерли. В то же время при взрыве нефтепровода в Башкирии в июне 1989 г. погибли 760 чел., при крушении парома «Эстония» в сентябре 1994 г. — более 900 чел., химическая авария в Бхопале (Индия, 1984) унесла жизни свыше 2 тыс. чел., а за последующие 10 лет умерло почти 20 тыс. человек, всего же число пострадавших при этой аварии — 200 тыс. человек!

Помимо излучений, к физическим факторам относятся такие, как вибрация, акустические воздействия (шум). Нельзя забывать и о тепловом загрязнении.

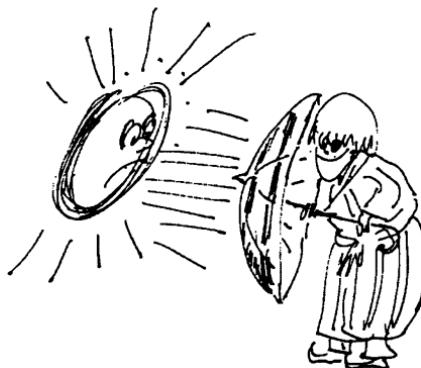
На сегодняшний день известно около 6 млн химических соединений, из которых 60 тыс. связаны с промышленностью. Большинство из них также может представлять потенциальную опасность для здоровья человека, они являются токсичными, могут вызывать мутации и приводить к возникновению раковых заболеваний.

Эпидемии уносят ежегодно большое число жизней. Возбудители опасных заболеваний могут присутствовать в окружающей среде. Они бывают как естественной природы, так и возникающие в результате деятельности человека и представляют опасности с биологической точки зрения.

Физические факторы

Ионизирующая радиация

Более 100 лет назад, в ноябре 1895 г. Вильгельм Конрад Рентген обнаружил новые неизвестные всепроникающие лучи, которые он назвал *X*-лучами. Через несколько месяцев Анри Беккерель открыл явление естественной радиоактивности урана. В 1897 г. Резерфорд разделил урановые лучи на две составляю-



щие — альфа- и бета-излучение. В 1898 г. Мария Склодовская-Кюри и Пьер Кюри выделили еще два элемента с высоким уровнем радиоактивности — полоний и радий. Изучение естественной, а позже — искусственной радиоактивности открыло новую эру в истории человечества — атомную.

Излучения называются ионизирующими из-за своей способности вызвать ионизацию атомов и молекул в веществе. Ионизирующие излучения подразделяют на два вида: электромагнитные волны и частицы. К электромагнитным относятся рентгеновское и гамма-излучение радиоактивных элементов. По своей природе радиоволны, видимый свет и ультрафиолетовое излучение также являются электромагнитными, однако их энергии для ионизации недостаточно. Все остальные ионизирующие излучения представляют собой частицы. Например, бета-частицы — это отрицательно заряженные электроны; альфа-частицы — положительно заряженные ядра элемента гелия; нейтроны — частицы, не имеющие зарядов.

Облучение бывает внешним и внутренним; острым (однократным) или хроническим; затрагивает весь организм или отдельные его части; равномерным и неравномерным.

Для количественного отражения действия радиации на человека пользуются понятием *дозы*.

Энергия излучения, поглощенная телом (*поглощенная доза*¹), измеряется в греях (Гр). Кроме того, на практике может использоваться внесистемная единица — рад.

¹ Поглощенная доза — количество энергии ионизирующего излучения, поглощенной в данном количестве вещества, отнесенное к массе.

Разные виды излучения действуют на живые организмы с разной эффективностью. При одной и той же поглощенной дозе нейтронное излучение определенной энергии наносит в 10, а альфа-излучение — в 20 раз более тяжелые повреждения, чем рентгеновское излучение. Для учета этого фактора было введено понятие эквивалентной дозы; единицей измерения эквивалентной дозы являются зиверт (Зв) и старая внесистемная единица — бэр. 1 Зв = 100 бэр. В радиационной безопасности используются также понятия годовой эффективной дозы (суммы полученной за календарный год эффективной дозы внешнего и ожидаемой дозы внутреннего облучения, обусловленного годовым поступлением в организм радионуклидов).

Излучение может характеризоваться и способностью вызывать ионизацию воздуха. Для рентгеновского и гамма-излучения в этом случае долгие годы применяется внесистемная единица рентген (Р), отражающая число образовавшихся ионов в 1 см³ воздуха. И хотя официально в настоящее время эта единица выведена из списка дозиметрических показателей, на практике она все еще широко используется.

В очень грубом приближении можно принять, что

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад} = 100 \text{ бэр} = 100 \text{ Р.}$$

На практике пользуются величинами миллизиверт (1 мЗв = 0,001 Зв), сантигрей (1 сГр = 0,01 Гр) и т. п., так же, например, как небольшие предметы измеряются не в метрах, а в сантиметрах и миллиметрах.

Кроме общей суммарной величины дозы, имеет значение и интенсивность облучения, характеризуемая мощностью дозы. Она измеряется, например, в миллизивертах в час или миллизивертах в год — в зависимости от величины (как и скорость измеряется в км/ч, или м/с, или км/с — в зависимости от того, насколько быстро движется предмет).

Несмотря на то, что известно о радиации стало относительно недавно, ионизирующие излучения присутствовали на нашей планете в течение всего времени ее существования. Жизнь на Земле развивалась в условиях радиоактивного воздействия — от космических источников, а также источников земного происхождения.

Космическое излучение обусловлено как непосредственно частицами высоких энергий, приходящими из космоса, так и излучением от продуктов активации этими частицами стабильных изотопов атмосферы. До земной поверхности доходит лишь малая часть космических лучей, они поглощаются атмосферой. На уровне моря доза космических лучей мала — около 0,03 мкЗв/час, однако высоко в горах она становится намного выше: на высоте 4—5 км, куда поднимаются альпинисты, она составляет уже 0,2 мкЗв/час, на высоте полета самолетов, составляющей 10 км, — 5 мкЗв/час, а на космической орбите (220 км) — 13 мкЗв/час.

Земные источники — это, в первую очередь, уран и торий с продуктами их распада, среди которых наиболее значим газ радион. Кроме того, фоновое облучение обусловлено калием-40, который почти полностью определяет собственную радиоактивность человеческого тела и мирового океана, а также рубидий-87.

В среднем фоновая доза составляет около 2 мЗв в год, причем наибольший вклад (почти $\frac{2}{3}$) вносит радион — природный радиоактивный газ, всегда присутствующий в горных породах, прежде всего — гранитах.

На Земле существуют районы (например, в Индии, Китае, Бразилии), где естественный уровень радиации в десятки раз выше среднего. Хорошо известно, что многие курорты возникли вокруг радиоактивных источников. Ежегодно сотни тысяч отдыхающих принимают радионовые ванны и другие лечебные процедуры.

В нашей стране на долю естественных источников радиации приходится более 70 % общей дозы облучения, еще около 30 % — вклад от медицинских процедур. Дополнительные дозовые нагрузки на живые организмы вследствие работы атомных электростанций, заводов по переработке топлива и т. д. не превышают 1 %, и в ближайшие десятилетия могут составить не более нескольких процентов от естественного радиационного фона.

Поглощенная энергия может нарушать ход нормальных биологических процессов в клетке. Существует поразительная особенность механизма взаимодействия ионизирующих излучений с живыми организмами, получившая название радиобиологический парадокс: энергия, поглощенная телом человека при облучении в смертельной дозе 10 Гр, заключена в стакане горячего чая, а если она выделится в виде тепловой энергии, то

это приведет к повышению температуры человека всего лишь на одну сотую долю градуса.

Что же происходит с живыми организмами при воздействии ионизирующих излучений? Доказано, что основной мишенью являются молекулы ДНК, в которых записана генетическая информация. Именно повреждения ДНК приводят к тому, что клетка либо гибнет, либо начинает работать с ошибками. Прекращается синтез необходимых для жизнедеятельности организма ферментов или синтезируются «неправильные» белки. При высоких дозах облучения гибель большого количества клеток приводит к нарушениям нормального функционирования органов и тканей.

Если повреждения затрагивают половые клетки, это может привести к патологии у потомков облученных людей или животных, такие последствия называются генетическими эффектами. Заболевания, развивающиеся в результате повреждений соматических (не половых) клеток, называются соматическими эффектами.

Некоторые последствия облучения проявляются со 100-процентной вероятностью, но только в тех случаях, когда доза облучения превышает определенный порог. Самый характерный пример — лучевая болезнь. Она возникает при облучении организма человека в дозах свыше 1 Зв, и степень ее тяжести напрямую зависит от полученной дозы. Симптомы лучевой болезни — тошнота, расстройство кишечника, головокружение, слабость (иногда эйфория). Точный диагноз можно поставить после клинического обследования и лабораторных исследований. Ошибкой является диагноз «лучевая болезнь» у людей, дозы облучения которых не превышают пороговое значение. При появлении отдельных симптомов следует искать у них иную причину недомогания.

Другие заболевания (рак, генетические дефекты) теоретически могут возникать при любых дозах, причем от дозы зависит только вероятность их появления, а не тяжесть протекания («половины рака не бывает»). Трудность определения их связи с облучением связана с тем, что клинически они не отличаются от заболеваний, вызванных другими причинами, а также возникающих спонтанно — мутации и злокачественные трансформации «не имеют памяти».

В обычной ситуации использование источников ионизирующего излучения в промышленности, медицине безопасно как для населения, так и для персонала. При нормальной работе предприятия атомной отрасли также являются экологически безопасными, а надежность их обеспечена многоуровневой защитой. Вместе с тем, полностью исключить возможность потери контроля над источниками ионизирующих излучений, к сожалению, нельзя, как нельзя исключить и вероятность «радиационного терроризма». Если произойдет радиационная авария, надо не поддаваться панике, а строго выполнять указания местных органов МЧС.

Защитой от радиоактивного излучения служат три фактора: экранирование, время и расстояние. Экранирование связано с таким свойством радиации, как проникающая способность; она различна для разных видов излучения. От альфа-частиц, например, защитит даже плотная одежда или полиэтиленовая пленка, а вот для ослабления в 2 раза гамма-излучения необходим слой бетона толщиной 12 см или свинца толщиной 1 см. Каждый, кто посещал рентгеновский кабинет, помнит, что там установлены защитные экраны. Со временем радиоактивные изотопы расходятся, и мощность их излучения ослабевает. Мощность излучения уменьшается и при удалении от источника. И еще одно правило: не следует брать в руки незнакомые предметы. Вдруг это потерянный источник излучений?

Электромагнитные (неионизирующие) излучения

Еще недавно проблема электромагнитных излучений и их влияния на человека, его здоровье связывалась в основном с работой промышленных предприятий. Однако не только радиостанции или высоковольтные линии электропередач, но и телевизор, компьютер, микроволновая печь — знакомые предметы, окружающие нас в быту, — являются источниками электромагнитного излучения; появился даже термин «электросмог».

Все живые организмы обнаруживают чувствительность к электрическим и магнитным полям, близким по своим характеристикам к естественным. Электромагнитные поля от естественных источников (геомагнитные, атмосферные разряды и т. д.) влияют на формирование биоритмов. Замечена связь между гео-

магнитной активностью и обострениями сердечно-сосудистой патологии, самочувствием.

Основными количественными характеристиками электромагнитных излучений являются период, частота и длина волны¹. Они связаны между собой. Для измерения частоты служит величина герц (Гц), равная числу колебаний в секунду.

Если частота равна нулю, такие поля называются статическими (электростатическими и магнитостатическими).

Распространяющееся в пространстве электромагнитное поле представляет собой электромагнитные волны. Для того, чтобы узнать, какое расстояние преодолел предмет, его скорость умносяют на время движения. Так и в случае электромагнитных волн: $L = v \cdot T$, где T — период колебаний, а v — скорость распространения волн. В вакууме значение скорости распространения волны v соответствует значению скорости света, а в других средах определяется их свойствами.

Электромагнитные поля возникают от естественных и от технических источников.

Естественные источники электромагнитных полей по своему происхождению делятся на земные и внеземные. Земные источники — это электрические и магнитные поля Земли, атмосферные разряды, излучения живых организмов. Внеземные источники — излучения звезд, планет и галактик.

Электрическое поле Земли направлено перпендикулярно к земной поверхности. По отношению к верхним слоям атмосферы поверхность нашей планеты заряжена отрицательно. Напряженность поля убывает с высотой. Существуют годовые изменения электрического поля — напряженность его максимальна в январе—феврале и минимальна — в июне—июле. Грозовая деятельность является основной причиной изменений электрического поля Земли в течение суток.

Магнитное поле Земли имеет две составляющих — горизонтальную и вертикальную. Горизонтальная составляющая макси-

¹ Период (T) — это минимальный промежуток времени, за который совершается полное колебание (с).

Частота (f) — это число колебаний в единицу времени (Гц). Очевидно, что должно выполняться соотношение $f = 1/T$.

Длина волны (λ) — расстояние, на которое распространяется фронт волны за время, равное периоду колебаний.

мальна у экватора и убывает к полюсам, а вертикальная, напротив, имеет наибольшую напряженность у полюсов и убывает почти до нуля на экваторе. Кроме географического положения, на напряженность магнитного поля влияют излучение Солнца, а также так называемые «магнитные аномалии» в некоторых районах.

Еще один вид электромагнитных полей — атмосферные разряды — представлен грозами и полярным сиянием. Интенсивность атмосферных разрядов усиливается во время вспышек на Солнце.

В обыденной речи мы часто употребляем слово биополе, причем чаще всего это происходит при обсуждении экстрасенсов, магов и пр. Никаких строгих научных данных о воздействии на людей электромагнитного излучения от живых организмов на сегодняшний день нет. Между тем, известно несколько разновидностей электромагнитных излучений человека. Они связаны с электростатическими полями, создаваемыми за счет трения и электризации тела человека, биоэлектрической активностью сердца, низкочастотными колебаниями, с частотой дыхания и другими факторами.

Существуют разные принципы деления электромагнитных полей в зависимости от их частоты. Согласно наиболее простой и употребительной классификации, различают следующие поля:

- низкочастотные — от 0 до 60 Гц;
- среднечастотные — от 60 Гц до 10 кГц;
- высокочастотные — от 10 кГц до 300 МГц;
- сверхвысокочастотные — от 300 МГц до 300 ГГц.

Так называемая «промышленная» частота, с которой мы сталкиваемся, зажигая вечером свет в доме, — 50 Гц (в США она равна 60 Гц).

К источникам низкочастотных полей относятся воздушные линии электропередач, электрические сети жилых домов, низкочастотные бытовые электроприборы, такие, как холодильники, телевизоры, стиральные машины, пылесосы, фены, электроутюги, вентиляторы и многие другие.



Получившие широкое распространение СВЧ-печи, с помощью которых так удобно готовить пищу, работают в основном на частоте около 2,5 тыс. МГц. Таким образом, уже из самого названия следует, что они относятся к источникам сверхвысокочастотных излучений.

Радиопередающие устройства работают в широком диапазоне частот и, в зависимости от назначения, имеют различную мощность. К ним относятся и привычные сотовые и радиотелефоны. Еще несколько лет назад они были редкостью, однако развитие технологий сделало их доступными для большинства населения. Временами в СМИ появляются сообщения о губительных для здоровья последствиях использования сотовых телефонов, однако научные исследования пока не дали однозначного ответа на этот вопрос.

Современную жизнь трудно представить себе без компьютеров. При этом их составляющие также являются источником электромагнитных полей. Это и экран монитора, создающий электростатическое поле, источник питания, питающие провода, системный блок, системы строчной и кадровой развертки. Наиболее сильное излучение, которое на близком расстоянии может даже превышать принятые гигиенические нормативы, наблюдается от верхней и боковых стенок мониторов.

То, что при определенных условиях электрические и магнитные поля могут влиять на здоровье человека, не вызывает сомнений. Однако характер и масштабы такого влияния оценить достаточно сложно. В первую очередь это связано с тем, что на



практике крайне затруднительно выделить какой-то один фактор, в данном случае — электромагнитное воздействие. Многие «сенсационные» наблюдения не выдерживают серьезной научной проверки. Между тем, в качестве примера можно привести некоторые из многочисленных сообщений о возможной связи заболеваемости и действием электрических и магнитных полей.

Так, врачи одной из новозеландских больниц обратили внимание на тот факт, что в одной из групп пациентов-мужчин, страдающих от лейкоза, было непропорционально много электромонтеров, радио- и телевизионных техников. А в 1986 г. американский суд принял решение о том, что энергетическая компания в Хьюстоне (Техас) должна выплатить многомиллионную компенсацию одной частной школе: судьи посчитали, что высоковольтная линия, проходящая над территорией школы, подвергает опасности здоровье детей и потребовали переноса линии. В другом похожем случае, в Гамбурге, учителя и родители детей, обучающихся в школе, расположенной под высоковольтной линией электроподач, обратили внимание на их плохое самочувствие, головные боли, ослабление внимания и потребовали переноса опоры этой линии. Однако представители энергетической компании посчитали, что «согласно последним научным данным» причин для беспокойства нет. Следует еще раз подчеркнуть, что к этим сообщениям надо относиться критически.

Наблюдения показывают, что систематическое воздействие электрических полей, напряженность которых превышает допустимые уровни, может приводить к функциональным изменениям сердечно-сосудистой и нервной систем, нарушениям некоторых обменных процессов, иммунитета. Поскольку электрические процессы играют важную роль в живых организмах, любые изменения, возникающие под действием внешних причин, могут привести к искажению этих процессов и вызвать негативные последствия.

Вместе с тем, электромагнитные излучения используются в медицине. Физиотерапевтические процедуры оказывают стимулирующее воздействие на организм.

От электромагнитных излучений можно и нужно защищаться.

Мероприятия по защите от электромагнитных излучений подразделяются на несколько направлений: организационные, инженерно-технологические, лечебно-профилактические.

Первая группа мероприятий подразумевает рациональное размещение излучающих объектов в пространстве, устройство санитарно-защитных зон, ограничение времени пребывания в поле излучения и т. п.

В качестве средств инженерно-технологических мероприятий используют средства коллективной защиты (различные виды экранирования источников излучения, применение искусственного лесонасаждения и т. д.) и средства индивидуальной защиты (защитные очки, костюмы, халаты, фартуки и т. д.).

Лечебно-профилактические мероприятия сводятся к систематическим медицинским осмотрам, лечебным диетам.

Для ежедневного предупреждения воздействия вредного электромагнитного излучения на бытовом уровне необходимо соблюдать несколько простейших правил. В первую очередь, следует разумно ограничить время пользования бытовыми приборами, являющимися источниками электромагнитного излучения. Сутками сидеть перед монитором компьютера, не отрываясь от экрана телевизора — верный путь к расстройству здоровья. Радиотелефону по возможности стоит предпочесть обычную проводную телефонную связь. Провода находятся под напряжением даже при выключенном приборе и поэтому являются источником излучения, а если длинный провод еще и скручен в колыца — интенсивность излучения усиливается. Телевизор, компьютер лучше не ставить в угол комнаты в здании из железобетона — уровень излучения в этом случае возрастает («угольковый отражатель»).

Чтобы избежать отрицательного влияния электромагнитного излучения дома, надо помнить, что на определенном расстоянии от прибора оно теряет силу. В среднем для окружающих нас в быту приборов это расстояние таково:

- микроволновая печь — 0,3 м;
- пылесос — 0,6 м;
- электроплита — 0,3 м;
- холодильник — от 0,3 до 1,5 м;
- электрический чайник — до 0,25 м;
- стиральная машина — от 0,4 до 0,6 м;
- посудомоечная машина — до 0,4 м;
- телевизор — 1,5 м (для телевизоров с экраном диагональю выше 29 дюймов — 2 м и более);
- утюг — 0,2 м;

- кондиционер — 1,5 м;
- компьютер с обычным монитором — 0,8 м.

Желательно приобретать бытовые приборы фирм-производителей, уделяющих серьезное внимание защите пользователей.

Шумовое загрязнение

Шумом называют случайное сочетание звуков различной интенсивности и частоты, вызывающее неприятные ощущения или даже разрушение органов слуха. Звуковыми колебаниями называют акустические колебания, воспринимаемые человеком, в диапазоне от 16 Гц до 20 кГц, с частотой менее 16 Гц — инфразвуковыми, выше 20 кГц — ультразвуковыми.

Шумовое загрязнение — это порождение человеческой деятельности. Конечно, и в природе грохочет водопад, шумит ветер, гремят раскаты грома во время грозы. Привыкнуть к шуму невозможно, его лишь можно только не замечать. Однако «не замечать» не значит оградить себя от вредного воздействия.

При опросе, проведенном экологами среди жителей Европы, оказалось, что самой большой экологической проблемой они считают шум.

Шумы — это не только источник неприятных эмоций и раздражения. При длительном шумовом воздействии ухудшается слух, а через несколько лет может наступить и полная глухота. Шум оказывает неблагоприятное воздействие на все системы организма. Страдает центральная нервная и сердечно-сосудистая системы, повышается артериальное давление, изменяется скорость дыхания и пульса, возможно нарушение обмена веществ, появляется раздражительность, подавленное настроение; ослабляется внимание, снижается работоспособность, повышается утомляемость. Особенно чувствительны к шуму женский и детский организмы.

Для измерения силы звука существует специальная шкала. По Н. Ф. Реймерсу, шкала силы звука представляет собой логарифмическое отношение



данной величины звука к порогу слышимости, она дается в децибелах (дБ). Допустимый уровень шумового загрязнения соответствует диапазону от 0 до 80 дБ (шелест травы и человеческий шепот создают шум, равный 10 дБ, громкая речь — 60 дБ, в салоне автомобиля или машбюро — 80 дБ). Предельно допустимый уровень шумового загрязнения лежит в диапазоне 80—110 дБ (100 дБ создает поезд метро, 110 дБ — группа современной поп-музыки, а комнатные растения от такого воздействия засыхают). Превышение величины 110 дБ недопустимо (140 дБ — взлет реактивного самолета, 170 дБ — выстрел из орудия). Однако полная тишина действует на организм человека также неблагоприятно и угнетающее. Оптимальным являются условия звукового комфорта, что соответствует 20 дБ, допустимым же считается диапазон до 40 дБ в дневное время и 30 дБ — в ночное время суток.

Наряду с шумом на людей может оказывать влияние и инфразвук, который часто сочетается с низкочастотным шумом, а в ряде случаев — и с низкочастотной вибрацией.

Инфразвук уровня от 110 до 150 дБ приводит к нарушению деятельности центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, вызывает чувство страха, сонливость, головокружение, потерю ориентации в пространстве, осязаемые движения барабанных перепонок, звон в ушах и голове. Одной из специфических черт влияния инфразвука на организм является нарушение равновесия; инфразвук при частоте менее 12 Гц вызывает у людей состояние, аналогичное морской болезни.

Под влиянием же высокочастотного шума, ультразвука, происходят необратимые изменения в органах слуха, изменяется кровяное давление, повышается утомляемость.

Шум является бедой крупных городов, где уровень его находится в пределах до 90 дБ. Согласно докладу Европейской комиссии, 20 % жителей стран ЕС живут в «черной» шумовой зоне, опасной для здоровья людей. Еще 40 % обитают в «серой» зоне, где ощущается постоянный дискомфорт. Транспортный шум (автомобильный, железнодорожный, трамвайный) является основным источником акустического загрязнения в городах. Конечно, наилучший способ защититься от его вредного воздействия — переселиться в сельскую местность, «на природу». К сожалению, эта рекомендация не всегда выполняется. Самая кардиальная и очевидная мера — замена шумного устаревшего оборудования на оборудование с лучшими шумовыми характе-

ристиками (например, использование электродвигателей вместо двигателей внутреннего сгорания). Другие пути — рациональная архитектурная планировка, зеленые насаждения, использование звукопоглощающих и звукоизолирующих строительных материалов, звукоизолирующих кожухов, специальных акустических экранов, глушителей шума. Каждый может внести свой вклад в борьбу с шумом, уменьшив громкость телевизора или стереоаппаратуры.

Вибрация

Вибрация представляет собой сложный колебательный процесс с широким диапазоном частот. Она возникает при передаче колебаний от какого-то механического источника. Также, как и шум, вибрация является одной из форм физического загрязнения окружающей среды и измеряется в децибелах (дБ).

При воздействии вибрации на организм наблюдаются нарушения функционирования нервной системы, вестибулярного, зрительного, тактильного анализаторов; снижается болевая чувствительность. Различные виды вибрации приводят к изменениям обмена веществ, вызывают спазмы сосудов кистей рук, предплечий, отложение солей в суставах пальцев, снижают кожную чувствительность.



При длительном воздействии вибрации может развиться вибрационная болезнь — заболевание, сопровождающееся изме-

нением сосудов конечностей, нервно-мышечной системы, суставов и костей.

Вибрацию можно уменьшить либо путем совершенствования технологий (снижение вибрации в источнике ее возникновения), либо способами уменьшения вибрации на пути ее распространения в окружающей среде от источника до защищаемого объекта.

Химическое загрязнение

Химическое загрязнение окружающей среды возникает в результате изменения ее естественных химических свойств. Оно может быть вызвано поступлением в среду химических веществ либо несвойственных ей, либо «естественных», но в повышенных концентрациях. Иначе говоря, химическое загрязнение — это вещества, встречающиеся в ненадлежащем месте, в ненадлежащее время и в ненадлежащем количестве. По степени опасности для человека и окружающей среды первенство принадлежит следующим веществам и соединениям: тяжелые металлы, хлорированные углеводороды, нитраты, нитриты и нитросоединения, асбест, пестициды и др.

В отличие от физических факторов, химические агенты могут быть токсичными и не сами по себе: при попадании в организм человека они претерпевают превращения, и уже вторичные продукты наносят ущерб здоровью, вызывая мутации, рак, приводя к другим негативным последствиям.

Химическое загрязнение затрагивает атмосферу, почву, воду. Вредные химические вещества попадают в организм человека, как и радиоактивные частицы, с вдыхаемым воздухом, а также по трофическим цепям с продуктами питания.

Например, активное химическое загрязнение атмосферы приводит к появлению «парникового эффекта», разрушению озонового слоя (см. раздел «Разнообразие окружающей среды»), образованию кислотных осадков и, как их следствие, возникновению смога (например, влажный (лондонский) смог или сухой (фотохимический) смог).

Влажный (лондонский) смог (от англ. *smoke* — дым, *fog* — туман) представляет собой совокупность газообразных и твердых примесей с туманом, который образуется в результате сжигания большого количества угля (или мазута) при условиях высокой

влажности атмосферы. Его токсичность полностью определяется исходными загрязнителями, так как, возникая, он практически не образует каких-либо новых веществ. Впервые влажный смог был зафиксирован 5 декабря 1952 г. в Лондоне (отсюда его второе название — «лондонский»). Тогда в результате превышения в течение нескольких дней среднесуточного значения предельно допустимой концентрации (ПДК) диоксида серы (SO_2) в атмосферном воздухе Лондона более чем в 150 раз погибло около 4 тыс. человек.

Сухой (фотохимический) смог был зафиксирован учеными чуть раньше, в 1944 г., когда в течение нескольких дней в результате большого скопления автомобилей была парализована жизнь одного из крупнейших городов США — Лос-Анджелесе. Формирование сухого смога происходит в атмосфере под действием солнечного света при отсутствии ветра и при низкой влажности компонентов, характерных именно для выхлопных газов автомобилей. В результате фотохимических реакций, происходящих в атмосфере, образуются соединения, вызывающие увядание и гибель растений, сильно раздражающие слизистые оболочки дыхательных путей и глаз.

Приведенные примеры свидетельствуют, что последствия загрязнения атмосферы негативноказываются и на здоровье населения, и на состоянии окружающей среды.

Вообще, считается, что на человека, проживающего в промышленном районе, может воздействовать несколько сотен тысяч химических веществ. Оценка их одновременного (комбинированного) воздействия не всегда является результатом простого сложения. Поэтому на практике для количественного прогноза последствий для здоровья человека недостаточно только определения концентрации вредных веществ.

В табл. 1 приводятся основные токсичные и потенциально-токсичные вещества.

Рассмотрим подробнее некоторых из них.

Ртуть

Помимо предприятий химической промышленности, источником загрязнения окружающей среды ртутью являются тепловые электростанции, работающие на угле (при его сжигании происходит испарение и выделение паров ртути в атмосферу).

Таблица 1. Химические вещества и их воздействие на организм человека

Название вещества	ПДК веществ в атмосфере, мг/м ³	ПДК веществ в волокнах, мг/л	Источник поступления в окружающую среду	Пути поступления к человеку	Воздействие на организм человека
Азота оксид (II)	0,06	—	Транспорт, топливная промышленность, электроэнергетика, металлургия, машиностроение, ЖКХ	Воздух	Не раздражает дыхательные пути, и поэтому человек может его не почувствовать. Однако его вдыхание приводит к образованию метагемоглобина, который не связывает молекулы кислорода и, таким образом, выводит их из процесса переноса кислорода в организме человека
Азота диоксид	0,04	—	Транспорт, топливная промышленность, электроэнергетика, металлургия, машиностроение, ЖКХ	Воздух	Вызывают сильное раздражение слизистых оболочек, а при его вымыании в организме образуются азотная и азотистая кислоты, разъезжающие альвеолы легких. При критической концентрации, например, в закрытых помещениях (гаражах), возникает отек легких, который приводит к смерти
Бенз(а)пирен	0,1 мкг/100 м ³	0,000001	Транспорт, электроэнергетика, оборонная промышленность	Почва, вода, воздух, пищевые цепи	Является источником сильного канцерогенного, мутагенного, тератогенного действия. Обладает аддитивным эффектом
Бор	—	0,05	Природные воды	Вода	Вызывает поражение почек и желудочно-кишечного тракта, эндемичные эндо

Продолжение табл. 1

Название вещества	ПДК вещества в атмосфере, мг/м ³	ПДК вещества в волюсах, мг/л	Источник поступления в окружающую среду	Пути поступления к человеку	Воздействие на организм человека
Железо	0,04 ⁽¹⁾	0,3	Машиностроение, металлургия, промышленность строительных материалов, легкая промышленность	Волна, пищевые цепи	Приводит к циррозу печени, заболеваниям кровеносной системы
Йод	0,03	0,125	Морская вода, почва, вулканическая деятельность	Волна, воздух	Вызывает рак щитовидной железы, эндемический зоб, недостаток йода приводит к различным заболеваниям эндокринной системы
Кадмий	0,0003 ⁽²⁾	0,001	Машиностроение, химическая промышленность	Волна, воздух, пищевые цепи	Способствует развитию протенурии, почечных болезней, итай-итай, рака предстательной железы
Марганец	0,001	0,1	Машиностроение, химическая промышленность, металлургия	Волна, воздух	Вызывает прогрессирующие поражения центральной нервной системы, лентрию, синдром Паркинсона, гневманию
Медь	0,002 ⁽³⁾	1	Машиностроение, металлургия	Волна, воздух, пищевые цепи	Приводит к интоксикации, анемии, гепатитам
Молибден	0,02	0,25	Машиностроение, металлургия	Волна, воздух, пищевые цепи	Вызывает нарушение центральной нервной системы, эндемической атакции, подагре

Продолжение табл. 1

Название вещества	ПДК веществ в атмосфере, мг/м ³	ПДК веществ в волюмах, мг/л	Источник поступления в окружающую среду	Пути поступления к человеку	Воздействие на организм человека
Мышьяк	0,0003	0,01	Металлургия химическая промышленность	Вода, воздух, пищевые цепи	Вызывает общую интоксикацию, рак легких и кожи, нарушение функции желудка, меланоз кожи, периферические невриты и др.
Никель	0,001	0,02	Машиностроение, металлургия, химическая и нефтехимическая, лесная промышленность	Вода, воздух, пищевые цепи	Является возбудителем бронхиального рака, дерматитов, интоксикации, аллергии
Нитраты, нитриты	—	45	Промышленность строительных материалов, отходы животноводства, химическая промышленность	Почва, вода, пищевые цепи	Приводит к меттено-глобинемии
Ртуть	0,0003	0,0005	Химическая и нефтехимическая промышленность, металлургия, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная промышленность	Почва, вода, воздух, пищевые цепи	Является причиной общей интоксикации организма, вызывает болезнь Минамата, параличи, психическую неполнотенность новорожденных
Свинец	0,0003	0,01	Машиностроение, транспорт, металлургия	Почва, вода, воздух, пища	Поражает органы и ткани организма, нервную систему, желудочно-кишечный тракт, а также нарушает обменные процессы
Селен	0,05	0,01	Природная окружающая среда	Почва, вода, воздух, пища	Вызывает нарушение в желудочно-кишечном тракте, селеноз, артриты

Окончание табл. 1

Название вещества	ПДК вещества в атмосфере, мг/м ³	ПДК веществ в волосах, мг/л	Источник поступления в окружающую среду	Пути поступления к человеку	Воздействие на организм человека
Формальдегид	0,003	0,05	Микробиологическая промышленность, транспорт, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная, легкая промышленность	Воздух, вода	Оказывает общетоксичное (поражение центральной нервной системы, органов зрения, почек) сильное раздражающее аллергенное, канцерогенное, мутагенное действие.
Фтор	0,02 ⁽⁵⁾	1,2	Металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность	Вода, воздух	Вызывает флюороз, зубные и костные болезни
Хром	0,015	0,05	Машиностроение, химическая и нефтехимическая промышленность, легкая промышленность	Вода, воздух	Обладает канцерогенными свойствами, вызывает бронхиальный рак
Цианиды	—	0,035	Металлургия, оборонная промышленность	Вода, пищевые цепи	Вызывает общую интоксикацию организма
Цинк	0,005 ⁽⁶⁾	1	Металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, легкая промышленность	Вода, воздух	Вызывает общую интоксикацию организма

(1) Железа трихлорид в пересчете на железо.

(2) Кадмия оксид в пересчете на кадмий.

(3) Меди сульфат в пересчете на медь.

(4) Селена диоксид в пересчете на селен.

(5) Фтористые газообразные соединения (напр., гидрофторид) в пересчете на фтор.



В мусоре, который муниципальные учреждения, медицинские организации и каждый из нас выбрасывают в мусорный бак — батарейки, электрические приборы, люминесцентные лампы, краски, пластик, термометры — присутствуют соединения ртути. Оказавшись на свалке, ртуть может «вырваться на свободу»: попасть в подземные воды или испариться в атмосферу. В случае сжигания подобных отходов на мусоросжигательных заводах происходит загрязнение воздушной среды выделившейся в процессе горения ртутью. Ртуть используется и при проправливании семян для защиты от возбудителей болезней растений.

Как и любой другой химический элемент, ртуть, являясь составной частью литосфера Земли, не может ниоткуда взяться и никуда исчезнуть. В ходе своего круговорота, находясь в беспрестанном движении, она постоянно изменяет свое физическое состояние и химическую форму. С конца XVIII столетия, когда ртуть стала интенсивно использоваться человеком, поступление ртути в окружающую среду многократно возросло. Ежегодно в атмосферу выбрасывается до 80 тыс. т ртути в виде паров и аэрозолей. Ртуть и ее соединения мигрируют в почву и растения, водоемы. В водной среде происходит образование метилртути, которая в дальнейшем через цепочки включается в организм человека.

У пострадавших наблюдаются расстройства речи и слуха, нарушения движения, поражение нервной системы. Повышенное содержание ртути у беременных женщин приводит к рождению детей с патологией и высокой смертности среди новорожденных.

Ртутное отравление получило название «болезнь Минамата». Первая массовая его вспышка была зафиксирована в 1956 г., после сброса сточных вод химической фабрики, расположенной у реки Минамата на юго-западе Японии. Ртуть через метаболическую цепочку накапливалась в рыбе; пораженные рыбы теряли подвижность и становились легким уловом.

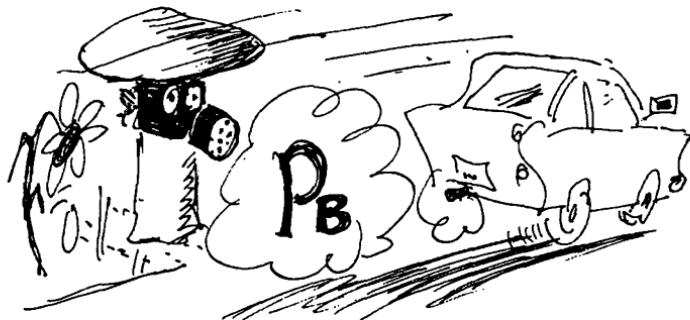
Еще одна вспышка этого заболевания произошла также в Японии, в 1964—1965 гг. в предместье города Ниагата. Оно не пощадило и другие регионы. Симптомы болезни отмечены даже в рыбакских поселках бассейна Амазонки, где добыча золота привела к использованию ртути.

В начале 1970-х годов правительство Ирака закупило семенное зерно, протравленное метилртутью. Несмотря на предупреждения крестьяне стали употреблять его в пищу. В результате от отравления погибли несколько сотен человек. Аналогичные (но менее массовые) случаи были в Гватемале в середине 60-х годов XX в.

Свинец

Основной источник загрязнения свинцом в наши дни — это отработанные выхлопные газы автомобилей. Попадая в организм человека, свинец блокирует работу белков-ферментов. В присутствии свинца сильнее проявляется эффективность канцерогенов — веществ, вызывающих раковые заболевания.

Первые симптомы свинцового отравления характеризуются повышенной активностью и бессонницей, на смену которым приходит утомляемость, депрессия, расстройства пищеваритель-



ной системы, нарушения химического состава крови, нервной и сердечно-сосудистой систем.

В Древнем Риме использовался свинцовый водопровод, кухонная утварь и сосуды для питья. В результате элиты подвергалась хронической интоксикации. Не стало ли это одной из причин падения Римской империи?

Кадмий

Загрязнение кадмием возникает вследствие деятельности, непосредственно связанной с его применением (электронная промышленность), использования фосфорных удобрений, разработкой рудников. Он выбрасывается в атмосферу при сжигании полимеров, ископаемого топлива (например, на электростанциях, работающих на угле). В быту кадмий находит применение в аккумуляторах, батарейках, пластмассах и некоторых сплавах. Кадмий достаточно хорошо растворим в воде, и один из путей его попадания в окружающую среду — сточные воды. Это опасный канцероген, он обладает способностью накапливаться в тканях растений, животных и человека, почти не выделяясь.

Итай-итай было первым описанным заболеванием, вызванным загрязнением окружающей среды. В Японии кадмий попал в реку Дзинцу вместе со сточными водами. Вода реки использовалась для полива плантаций риса и сои — основных продуктов питания. В результате заболело около 3 тыс. человек.

Страдающие итай-итай чувствуют мучительную боль во всех частях тела (отсюда и произошло название болезни: «итай» по-японски означает «больно»). Кадмий нарушает кальциевый обмен, поэтому страдает костная система организма, она становится чрезвычайно хрупкой и ломкой. Нарушается работа почек.

Пестициды

Пестициды применяются в сельском хозяйстве для защиты от вредителей. В настоящее время это понятие (от лат. pestis — зараза и caedere — убивать) используется в более широком смысле: это собирательный термин, охватывающий все химические веще-



ства, используемые для борьбы с различными видами вредных организмов. К пестицидам причисляют и регуляторы роста растений, регуляторы роста насекомых и многие другие вещества. Естественно, эти вещества могут быть токсичными и для человека. Пестициды могут быть причиной рака у людей, приводить к генетическим нарушениям у потомства, вызывать аллергические, сердечно-сосудистые и другие заболевания. В сельском хозяйстве применяется около 70 различных пестицидов. Характер их действия на человека зависит от химических свойств этих веществ, конкретных условий воздействия. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно пестицидами отравляются 500 тыс. чел., более 5 тыс. — со смертельным исходом.

Во время вьетнамской войны американские военные применяли для «выкутивания» из джунглей противника ставший печально известным дефолиант «эйджент орандж». Спустя некоторое время стали наблюдаться нарушения здоровья у американских военных, участвовавших в боевых действиях, и в 1984 г. американские ветераны войны во Вьетнаме добились от химических компаний выплаты 180 млн долл. США за вред, нанесенный им

при использовании «Эйджент орандж» в ходе боевых действий. Аналогичный иск подали и вьетнамские граждане, которые пострадали в 1965—1971 гг., однако он был отклонен. По некоторым оценкам, в результате отравления диоксинами серьезные проблемы со здоровьем возникли у миллиона человек; в районах, где применялось опасное вещество, отмечены более частые случаи рождения детей без глаз, рук и другие врожденные уродства.

Другой пример — дихлордифенилтрихлорэтан (или просто ДДТ). Его открытие было отмечено Нобелевской премией (1948), но позже оказалось, что вредное воздействие ДДТ настолько велико, что применение его сейчас запрещено. Тем не менее, его широкое использование в прошлом привело к тому, что ДДТ находят за тысячи километров от места применения — даже в тканях антарктических пингвинов.

Нитраты, нитриты

Применяющиеся для повышения урожайности удобрения также являются далеко не безопасными для человека. Соединения азота, содержащиеся в минеральных удобрениях, в почве превращаются в нитраты — соли азотной кислоты. При неправильном, избыточном применении растения не в состоянии усвоить все поступающие нитраты и превратить их в безвредные вещества. Отложенные ими «про запас» нитраты накапливаются в плодах. Картофель и другие овощи — основные поставщики нитратов в организм человека. При сбалансированном пищевом рационе на их долю приходится около 70 % суточной дозы, остальные попадают с водой, мясными и другими продуктами. Содержание нитратов зависит от условий выращивания растений, например, их содержание в тепличных растениях оказывается выше, чем в выращенных в открытом грунте. Сами по себе токсичны не столько нитраты, сколько нитриты (соли азотистой кислоты), в которые нитраты превращаются в результате определенных реакций. В организме человека нитраты могут превращаться в нитроамины, являющиеся сильным канцерогеном.

Нитраты и нитриты применяются и при консервировании мяса для улучшения некоторых показателей мясных изделий. В мясной промышленности их используют в виде калиевых или

натриевых солей для получения красной окраски мясных продуктов.

При покупке продуктов питания надо обращать внимание на их состав. Красивые яблоки выглядят гораздо привлекательнее, однако для сохранения товарного вида их покрывают специальным веществом. Ярко-розовый цвет ветчины также скорее всего говорит о наличии консервантов. Если есть сомнения — надо требовать у продавцов специальные сертификаты.

Поневоле можно задуматься о том, не предпочтительнее ли применять генетически модифицированные продукты. Вред от них не доказан, а обходиться без дополнительных мер при выращивании урожая уже невозможно — рост населения Земли требует повышения устойчивости сельскохозяйственных культур и высокой урожайности.

Биологические факторы

Человек — лишь один из биологических видов, населяющих Землю, который существует с огромным множеством других видов. Далеко не всегда это существование можно назвать мирным. Приведем лишь некоторые из великого множества примеров неблагоприятных для человека результатов его контакта с другими обитателями планеты.

Строго говоря, вирусы, являющиеся возбудителями многих опасных заболеваний, нельзя с полным правом назвать живыми организмами; скорее, они занимают промежуточное положение. Тем не менее, передаваясь человеку не только от человека, но и от животных, они становятся причиной эпидемий, уносящих огромное число жизней.

Комары не только досаждают нам своим писком во время летнего отдыха, но и могут быть разносчиками возбудителя малярии. Кошки, пушистые домашние любимицы, могут «зародить» токсоплазмозом — заболеванием, особенно опасным для беременных женщин, поскольку оно иногда приводит к врожденной патологии у будущего ребенка.

Шерсть животных, цветочная пыльца, плесень, как и некоторые продукты питания, могут стать причиной аллергических заболеваний.

К заболеваниям, и даже смерти могут привести некоторые ядовитые вещества природного происхождения. Опасны укусы ядовитых змей, контакты с морскими обитателями, употребление в пищу ядовитых грибов.

Казалось бы, самый простой путь — избавиться от самой возможности опасности. Но любое вмешательство в природу может привести к еще более тяжелым последствиям, нарушить хрупкое равновесие. Если уничтожить всех комаров, снизится число питающихся ими лягушек. Цепочка потянется к птицам и, как говорится, «далее — везде».



Не утихают страсти вокруг проблемы так называемых трансгенных или генетически модифицированных продуктов, о которых ранее упоминалось. Генетически модифицированная соя, например, уже давно разрешена к применению.

В 70-х годах ХХ в. в серьезном научном журнале появилась статья, в которой говорилось, что успехи генной инженерии привели к тому, что огурцы усваивают соль из почвы и вырастают уже солеными. Это был апрельский номер, но то, что считали шуткой, в наши дни стало вполне возможным событием.

Полноценное питание является одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека. Сжимается сердце, когда видишь на экране телевизора голодающих детей из заусилевых африканских стран. Создание новых трансгенных растений, приспособленных к самым неблагоприятным условиям, позволило бы разрешить проблему голода.

Еще один пример — картофель. В России до 40 % урожая поедает колорадский жук. Внедрение специальных генов в семена картофеля позволит отказаться от применения ядохимикатов.

Заявления об особом вреде генетически модифицированных продуктов питания не имеют под собой серьезных научных оснований. Разумеется, с начала их применения прошло еще слишком мало времени, и гипотетически нельзя исключить вероятность проявления каких-либо последствий в отдаленном будущем. Однако на сегодняшний день реальных вредных последствий их применения многочисленными исследователями не обнаружено. А вот о том, к чему приводит воздействие химических веществ — гербицидов, пестицидов и др., без которых не вырастить урожай, мы говорили выше. Не случайно среди тех, кто говорит о «генетической угрозе» — представители производителей химикатов.

Комбинированное воздействие факторов различной природы

При комбинированном воздействии факторов различной природы возможны разные последствия для человека.

В первом случае суммарный эффект от двух факторов равен сумме последствий воздействия каждого из них по отдельности (аддитивность):

$$E(\Phi_1 + \Phi_2) = E(\Phi_1) + E(\Phi_2).$$

Это происходит, если действие двух факторов является независимым.

В другом случае действующие одновременно факторы могут усиливать друг друга (синергизм), и тогда результат их одновременного воздействия будет превосходить простую сумму:

$$E(\Phi_1 + \Phi_2) > E(\Phi_1) + E(\Phi_2).$$

Может случиться, что действие одного фактора будет частично компенсировать действие другого и приводить к защитному эффекту:

$$E(\Phi_1 + \Phi_2) < (\Phi_1) + E(\Phi_2).$$

Последний случай хорошо иллюстрируется на примере такого явления, как адаптивный ответ: когда воздействие какого-ли-

бо фактора, характеризуемое низким уровнем, не вызывающим самим по себе последствий, приводит к появлению устойчивости к действию высоких доз и концентраций того же или иных повреждающих факторов.

На практике, при оценке последствий действия экологических факторов, мы имеем дело с их сочетанным воздействием. В то же время предельно допустимые уровни и концентрации определяются для каждого из них в отдельности. Это обстоятельство осложняет прогноз и требует развития специальных подходов.

Особенности жизни в современных городах

Первые города появились более 4 тыс. лет назад, однако до последнего времени подавляющее большинство населения проживало в сельской местности. Развитие цивилизации приводит к урбанизации — росту городов, концентрации населения, интенсификации промышленного производства. Если еще 100—200 лет назад небольшие города мало чем отличались от сел и деревень, то в наши дни образ жизни горожан и сельских жителей резко различается.

В крупных городах в настоящее время проживает половина населения Земли, причем за последние 50 лет численность городского населения увеличилась в 3,5 раза. В нашей стране доля городского населения составляет около 73 %¹, а почти каждый десятый россиянин живет в Москве. В 1950 г. населением свыше 4 млн чел. обладало 13 городов мира, к 1980 г. их число достигло 35, а к 2025 г., по прогнозам, таких городов будет уже 135. Рост городов приводит к интенсификации автомобильного движения, еще более интенсивному развитию промышленности, росту потребления энергии и, как следствие, дальнейшему загрязнению окружающей среды.

Жители мегаполисов (крупных городов) подвергаются мас-сированному воздействию многих факторов окружающей среды, а постоянно испытываемый ими стресс многократно усиливает

¹ 72,9 % — на 2000 г.; ср.: 1897 г. — 14,7 % (за 100 лет показатель вырос почти в 5 раз!)

эффект. Именно в городах их воздействие ощущается наиболее остро (за исключением некоторых биологических факторов).

В то же время, более высокий уровень жизни, доступность медицинской помощи помогают отчасти компенсировать негативные последствия урбанизации.

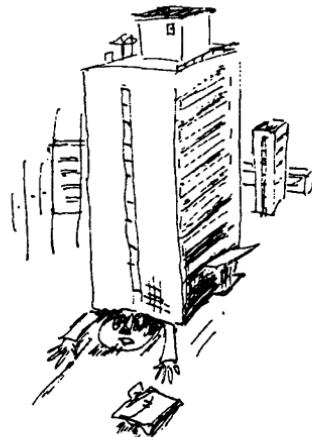
Таким образом, экологические проблемы больших городов теснейшим образом связаны с социальными и экономическими. Они затрагивают и города развитых стран, и мегаполисы так называемых «стран третьего мира».

Известный врач академик Л. О. Бадалян приводит интересные примеры поведения животных (предостерегая от прямого перенесения их на человеческую популяцию).

Поведение крыс в условиях, когда плотность их содержания в 2 раза превышала нормальную, значительно менялось. Самки утрачивали инстинкт материнства и прекращали строительство гнезд, а среди самцов устанавливалась жесткая иерархия. Более слабые самцы распределялись на несколько групп: «сомнабулисты» — пассивные самцы, не вступающие в драки и имеющие низкую половую активность; гомосексуалы — не различающие партнеров по полу; «рановставатели» — проявляющие пищевую активность, когда более сильные самцы спят. Подобные явления получили название «синдром патологической скученности». По другим наблюдениям, среди кроликов при повышенной плотности популяции часть животных гибнет, даже при достаточном количестве пищи и отсутствии заболеваний, а причиной смерти, по-видимому, являются изменения в надпочечниках.

Основным источником загрязнения городского воздуха является автомобильный транспорт. Поэтому для снижения вредных воздействий автотранспорта на окружающую среду и здоровье населения необходимо применять целый комплекс мероприятий, о которых было рассказано в предыдущем разделе.

Выбросы промышленных предприятий также оказывают негативное воздействие на окружающую среду и здоровье населения. (Более подробно см. предыдущий раздел.)



Экологические болезни

Здоровье человека на 18—20 % обусловлено генетическими факторами, на 30—40 % — образом жизни, на 7—10 % — состоянием медицинского обслуживания, а оставшиеся 30—40 % зависят от состояния окружающей среды.

В последние годы появились термины экопатология, экологические болезни. К экологическим болезням можно отнести и астму, и раковые заболевания, и анемию, и всевозможные заболевания желудочно-кишечного тракта, нервной системы и др. В предыдущих разделах, говоря о физических и химических факторах окружающей среды, мы упоминали и о том, к каким заболеваниям может привести их воздействие на человека.

Приведенное выше соотношение по обеспечению здоровья человека отражает средние цифры. Некоторые заболевания существенно зависят от факторов внешней среды и являются индикатором ее состояния. В первую очередь, это профессиональные болезни, онкологические заболевания, врожденная патология и генетические дефекты, токсические поражения и др.

Другая группа — это экологически зависимые заболевания, отличающиеся средней степенью зависимости от окружающей среды. К ним относятся нарушения иммунитета, хронические

пневмонии у детей, некоторые поражения печени, обострение заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем при неблагоприятных погодных условиях и др.

Умеренную зависимость от внешних факторов демонстрируют экологически обусловленные заболевания — хронический бронхит и пневмония у взрослых, патология беременности, анемия у детей, заболевания сердечно-сосудистой системы и другие.

В реальной жизни достаточно сложно точно определить, что именно явилось причиной заболевания. Выводы о связи заболеваемости с действием какого-либо фактора делаются на основе



сравнения данных медицинской статистики, иногда — специальных анализов.

Иллюстрацией может служить история изучения связи загрязнения атмосферного воздуха и ухудшения здоровья населения в Англии в первой половине XX в. Как известно, кратковременное повышение смертности во время знаменитых лондонских туманов наблюдали уже с конца XIX в., но однозначное заключение о признании патогенетической взаимосвязи между этими явлениями было принято только в декабре 1952 г., когда на протяжении 3 дней число случаев смерти возросло более чем в 3 раза и в абсолютных цифрах составило более 4000. С этого времени на протяжении 10—15 лет были суммированы аналогичные происшествия в ряде стран мира, что и послужило переводу данной проблемы в плоскость законодательных практических решений, важнейшим из которых было принятие «Акта о чистом воздухе».

Факторы внешней среды, с одной стороны, сами по себе могут вызывать патологию. Так, мутации, возникшие в клетках под действием химических агентов либо ионизирующей радиации, могут привести к их злокачественному перерождению либо (если они произошли в зародышевых клетках) к генетической патологии. С другой стороны, от действия неблагоприятных факторов страдает иммунная система, из-за чего, в свою очередь, повышается вероятность «обычных» болезней либо они протекают тяжелее.

Развитие цивилизации привело к изменению характера отбора в популяции. Теперь, чтобы добыть еду и выжить, человеку уже не надо быстро бегать и метко стрелять из лука. Успехи в области медицины привели к тому, что люди, страдающие многими наследственными заболеваниями, стали доживать до зрелого возраста и оставлять потомство. Эти процессы приводят к увеличению генетического груза, ухудшению показателей здоровья. С другой стороны, вредное действие факторов внешней среды наиболее губительно для более слабых либо генетически предрасположенных к заболеваниям людей. Авторы далеки от пропаганды негативной евгеники¹, однако следует заметить, что

¹ Евгеника (от греч. eugenēs — хорошего рода) — теория о наследственном здоровье человека и путях его улучшения. Примером применения негативной евгеники может служить Древняя Спарта, где слабых младенцев сбрасывали с горы.

неблагополучная экологическая ситуация выступает в роли фактора отбора.

В начале раздела мы привели цифры, из которых следует, что образ жизни влияет на здоровье человека в той же степени, что и состояние окружающей среды. Например, риск умереть от рака при выкуривании пачки сигарет в сутки в 1000 раз больше, чем при облучении в дозе, соответствующей предельно допустимому уровню годового облучения. Это указывает на один из самых эффективных путей противодействия негативным факторам. Здоровый образ жизни, отказ от вредных привычек, полноценное (но не обильное!) питание способствуют повышению устойчивости организма. Периодические визиты к врачу помогут своевременно выявить не только связанные с экологической ситуацией заболевания, но и другие болезни, а ранняя диагностика повышает возможность успешного излечения.

Контрольные вопросы

1. На какие виды подразделяются основные факторы риска?
2. Каковы последствия воздействия ионизирующей радиации?
3. Какие мероприятия способствуют защите от электромагнитных (неионизирующих) излучений?
4. Что такое шум? Как он действует на здоровье?
5. Химические вещества – составной элемент природы. Когда можно говорить о химическом загрязнении?
6. Перечислите некоторые из химических веществ, приводящих к появлению «специфических» заболеваний.
7. Есть ли альтернатива применению удобрений?
8. Опасны ли биологические факторы?
9. Как влияет на здоровье человека жизнь в большом городе?
10. Что, помимо экологических факторов, влияет на здоровье человека?
11. Какие болезни можно отнести к «экологическим»?

Тест

(возможно несколько правильных ответов)

1. Дозовые нагрузки на население в результате работы АЭС...
 - а) составляют основную часть дозы облучения человека;
 - б) не превышают 1 % от суммарной дозовой нагрузки;

- в) даже при нормальной эксплуатации являются единственной причиной онкологической смертности;
- г) в 10^4 раз превышают уровень естественного радиационного фона.

2. Источником электромагнитного (неионизирующего) излучения служат:

- а) ЛЭП;
- б) большая часть электробытовых приборов;
- в) генетически модифицированные продукты питания;
- г) естественные источники.

3. Вредные химические соединения:

- а) могут быть токсичны сами по себе, а могут представлять опасность при превращении уже в организме человека;
- б) могут приводить к развитию онкологических заболеваний;
- в) попадают в организм человека единственным путем – через продукты питания;
- г) не представляют опасности для человека в любых концентрациях (кроме случая «б»).

4. При сочетанном воздействии нескольких факторов суммарный эффект:

- а) может быть равен сумме последствий воздействия каждого из них по отдельности;
- б) результат их одновременного воздействия будет превосходить простую сумму;
- в) действие одного фактора будет частично компенсировать действие другого и приводить к защитному эффекту.

5. Негативное воздействие факторов внешней среды на здоровье человека:

- а) снизить невозможно;
- б) является единственной причиной врожденных пороков развития;
- г) можно снизить, ведя здоровый образ жизни;
- д) наиболее губительно для более слабых либо генетически предрасположенных к заболеваниям людей;
- е) можно снизить с помощью организации медицинского обслуживания и профилактики.

Глава 5

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

С проблемой отходов человек сталкивается ежедневно, например, когда выносит мусорное ведро. В современных домах с мусоропроводом решение ее, казалось бы, не составляет труда. Но в масштабах города это не так просто. Все, что человек добывает, производит, выращивает, потребляет, в конце концов превращается в отходы. В городах и населенных пунктах происходит интенсивное накопление твердых бытовых отходов (ТБО), которые при неправильном и несвоевременном удалении и обезвреживании могут загрязнять окружающую среду.

Гора ТБО растет с каждым днем — за год у нас в стране их собирается примерно 60 млн тонн. Как утверждают специалисты, с начала двадцатого века в России накопилось 80 млрд тонн только твердых отходов и ежегодно к ним добавляется еще по 7 млрд тонн. Если годовое количество мусора, образующееся в Москве, выложить вдоль Садового кольца, высота свалки достигнет полутора метров. Объем бытового мусора в США составляет 140 млн т в год, для его уборки ежедневно требуется 63 тыс. мусоровозов.

В отходы попадают бумага (картон), текстиль, кость, кожа, полимерные материалы, пищевые отходы, металл (черный, цветной), стекло и прочие неклассифицируемые части, а также отсев — уличный смет (менее 15 мм). Еще более разнообразны составляющие промышленных отходов: древесина, бумага, текстиль, кожа, резина, гипс, соли, шлаки, зола, формовочная земля, металл, отходы животного происхождения, строительный мусор.

Сезонные изменения состава ТБО характеризуются увеличением содержания пищевых отходов с 20—25 % весной до 40—55 %

осенью, что связано с большим потреблением овощей и фруктов в рационе питания (особенно в городах южной зоны). Зимой и осенью сокращается содержание мелкого отсева (уличного смета) с 20 до 7 % в городах южной зоны и с 11 до 5 % в средней зоне.

Люди старшего поколения помнят, как школьники собирали металлом и макулатуру. Еще раньше, в начале прошлого века, по дворам ходили «старьевщики»: в обмен на старые, сдаваемые в утиль вещи дети могли получить, например, немудреную игрушку. В 90-е годы за сданную макулатуру, а иногда и другое вторичное сырье, выдавались талоны на дефицитные книги. Несколько неловко говорить о сборщиках пустых бутылок, но ведь на самом деле люди, добывающие таким способом небольшие деньги, оказываются городу большую услугу и способствуют охране окружающей среды. К сожалению, на улицах наших городов пока не прижились контейнеры для раздельного сбора отходов, которые стали привычными в европейских городах.

Для количественной характеристики ТБО служит понятие нормы накопления. Это количество отходов, образующихся в единицу времени (год, день и т. д.) на одну расчетную единицу: человек — для жилищного фонда; одно место в гостинице; 1 м² торговой площади — для магазинов и складов. Нормы накопления определяют в единицах массы (кг) или объема (л, м³).

На нормы накопления и состав ТБО влияют следующие факторы:

- степень благоустройства жилищного фонда (наличие мусоропроводов, газа, водопровода, канализации, системы отопления);
- этажность зданий, вид топлива при местном отоплении;
- развитие общественного питания, культура торговли, степень благосостояния населения и т. д.;
- климатические условия (различная продолжительность отопительного периода — от 150 дней в южной зоне до 300 дней в северной);
- специфика питания и др.



Для крупных городов нормы накопления ТБО несколько выше, чем для средних и малых.

Поскольку твердые отходы размещают на почве (свалки, полигоны и т. п.) или захоранивают в почву, важное значение имеют нормативы: предельно допустимые количества (концентрация) токсичных веществ в почве ($\text{ПДК}_{\text{п}}$). Это количество не должно вызывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающуюся с почвой среду и здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы. Выделяют четыре класса токсичности отходов: I — чрезвычайно опасные, II — высоко-опасные, III — умеренно опасные и IV — малоопасные.

Известно более 20 методов обезвреживания и утилизации ТБО (рис. 4). Для каждого из них существует 5–10 (и даже до 50) разновидностей технологий, технологических схем, необходимых типов сооружений.



Рис. 4. Классификация методов обезвреживания и утилизации ТБО

По конечной цели методы обезвреживания и переработки ТБО делятся на две большие группы:

- ликвидационные (решают в основном санитарно-гигиенические задачи);

- утилизационные (решают, кроме того, задачи экономики — использование вторичных ресурсов).

В основу деления может быть положен и технологический принцип. Согласно ему методы бывают биологические, термические, химические, механические, смешанные.

Наибольшее распространение у нас и за рубежом получили такие методы:

- складирование на полигонах (ликвидационный биологомеханический);
- сжигание (ликвидационный термический);
- компостирование (утилизационный биологический).

Анализ состава ТБО крупных городов показывает, что для их обезвреживания и утилизации могут быть применены все перечисленные методы.

ТБО могут содержать достаточное количество биогенных веществ для того, чтобы из них вырабатывать компост. Высокая теплота горения ТБО определяет их ценность как топлива. В то же время содержание полимерных материалов не должно достигать уровня, который препятствовал бы компостированию или сжиганию.

Простейшими и наиболее распространенными сооружениями по обезвреживанию ТБО являются полигоны. Отходы складируют на грунт с соблюдением условий, обеспечивающих защиту от загрязнения атмосферы, почвы прилегающих участков, поверхностных и грунтовых вод, препятствующих распространению болезнетворных микроорганизмов. На полигонах производят уплотнение ТБО, позволяющее увеличить нагрузку отходов на единицу площади сооружений и обеспечивающее экономное использование земельных участков. После закрытия полигонов поверхность земли рекультивируют для последующего использования.

Кроме бытовых, существуют и промышленные отходы. Общая научная классификация их в настоящее время отсутствует. В частности, твердые промотходы классифицируют по отраслям промышленности, по конкретным производствам, по тоннажности, степени использования, способности к возгоранию, коррозионному воздействию на оборудование и т. п.

Для единого подхода к классификации как промышленных, так и бытовых отходов при организации их учета (в том числе, в связи с обеспечением выполнения Российской Федерацией меж-

дународных обязательств) Госкомэкологией России в 1997 г. был введен Федеральный классификатор-кодификатор отходов (ФККО). ФККО представляет собой весьма грубую форму классификации всего многообразия отходов. Основным его недостатком является иерархическая форма построения, которая предполагает классификацию по основному, но только одному признаку, который затем последовательно детализируется. В последнее время благодаря высокому уровню развития вычислительной техники не составляет большого труда сделать любую (общую или детальную) выборку из классификатора, построенного из практически любого числа независимых групп. Поэтому иерархический принцип построения классификаторов используется в последнее время крайне редко.

С 2001 г. в России введен новый стандарт с системой классификации отходов, соответствующий перечню, действующему в странах ЕЭС. Согласно данному стандарту отходы классифицируют по 11 блокам, основываясь на последовательном определении их основных признаков. Классификации подлежат местонахождение, состав, количество, агрегатное состояние отходов, а также их токсикологические, экологические и другие опасные характеристики.

Классификация отходов необходима для получения производителем паспорта опасности отхода — основного документа, достоверно свидетельствующего о степени и виде опасности, основных ресурсных и сырьевых характеристиках отходов. Она распространяется на любые отходы производства и потребления, образующиеся, складируемые и потребляемые, включая отходы, являющиеся результатами перевозок из-за рубежа и за рубеж.

Главным направлением в устраниении вредного воздействия на окружающую среду токсичных промышленных отходов является снижение их токсичности (класса опасности отхода): например, методами обезвреживания и захоронения на специализированных полигонах.

Токсичные промышленные отходы могут складироваться, перерабатываться и нейтрализоваться централизованно на полигонах и станциях переработки и нейтрализации. Существуют два вида специальных полигонов: для обезвреживания одного вида отходов — захоронением или химическим способом, либо комплексные — для обезвреживания различных видов отходов. Территорию комплексных полигонов разделяют на зоны приема и



захоронения твердых несгораемых отходов, приема и захоронения жидких химических отходов и осадков сточных вод, не подлежащих утилизации, захоронения особо вредных отходов, огневого уничтожения горючих отходов. На территориях полигонов и за их пределами ведется контроль состояния поверхностных и грунтовых вод, а также чистоты воздушной среды.

Приему на полигоны не подлежат следующие виды отходов:

- для которых разработаны эффективные технологии извлечения металлов или других веществ;
- нефтепродукты, подлежащие регенерации;
- радиоактивные отходы.

Полигоны должны обеспечивать охрану окружающей среды по шести показателям вредности: органолептическому, общесанитарному, фитоаккумуляционному (транслокационному), миграционно-водному, миграционно-воздушному и санитарно-токсикологическому.

Органолептический показатель вредности характеризует изменение запаха, привкуса и пищевой ценности растений на прилегающих участках действующего полигона и территории закрытого полигона, а также запаха атмосферного воздуха, вкуса, цвета и запаха грунтовых и поверхностных вод.

Общесанитарный показатель отражает процессы изменения биологической активности и показателей самоочищения почвы прилегающих участков.

Фитоаккумуляционный (транслокационный) показатель характеризует процесс перехода (миграции) химических веществ

из почвы близлежащих участков и территории рекультивированных полигонов в культурные растения, используемые в качестве продуктов питания и фуража.

Миграционно-водный показатель вредности выявляет процессы миграции химических веществ из ТБО в поверхностные и подземные воды.

Миграционно-воздушный показатель отражает процессы поступления выбросов в атмосферный воздух с пылью, испарениями и газами.

Санитарно-токсикологический показатель суммарно характеризует эффект влияния факторов действующих в комплексе.

Даже при достаточных площадях под новые полигоны сама система неустойчива. В итоге человечество может получить покрытый «пирамидами» отходов ландшафт и сотни тысяч людей, обслуживающих полигоны. Выходом из положения может стать вторичная переработка отходов — рециклиинг. Он предполагает повторное использование уже не работающих продуктов путем сохранения деталей, которые еще могут служить, починки деталей, которые можно использовать, и введением замещающих деталей (идентичных либо модифицированных). Такой процесс часто экономически эффективен и почти всегда экологически ответственен.

Существует множество способов вторичной переработки различных типов отходов. Назовем наиболее широко применяемые технологии:

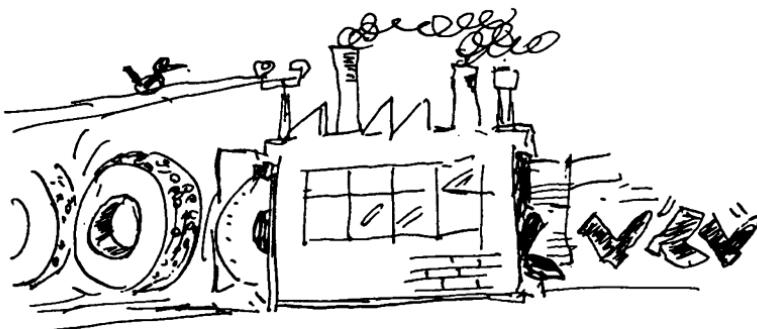
- измельчение макулатуры в бумажную массу, из которой изготавливают различную бумажную продукцию;
- дробление, плавление стекла и производство из него новой тары или, как альтернатива, дробление и использование его вместо гравия или песка при производстве бетона и асфальта;
- переплавка пластмассы и изготовление из нее «синтетической древесины», устойчивой к биодеградации и обладающей громадным потенциалом как материал для различных ограждений, настилов, столбов, перил и других сооружений под открытым небом;
- плавление металлов и их переработка в различные детали, что позволяет экономить до 90 % электроэнергии, необходимой для выплавления металлов из руды;

- компостирование пищевых отходов и садового мусора с получением органического удобрения;
- измельчение текстиля и его использование для придания прочности макулатурной бумажной продукции;
- переработка старых покрышек.

Старые шины — хороший пример утилизации и повторного использования. Их количество поражает — каждый год выбрасываются миллионы. Десятки лет эти шины закапывали на свалках и в других, менее подходящих для этого местах, но тенденция шин «плавать» на свалках и ощущение того, что должны быть лучшие альтернативы, постепенно изменяют подход к проблеме. Восстановление протекторов шин полезно при увеличении срока их жизни, хотя это просто оттягивает время утилизации. Перед неизбежным захоронением часть сегодняшних старых шин отправляется на современные заводы. Их измельчают и разделяют на три потока: маленькие кусочки шин, кусочки стали и крошка. Сталь можно легко рециклировать. Крошка сжигается для получения энергии (каждая шина содержит более восьми литров восстановимой нефти). Кусочки шин находят различное применение — при изготовлении беговых дорожек, резиновых сапог, асфальта и т. д.

Переработчики вторичного сырья сегодня имеют дело с шинами, разработанными без учета их конечной утилизации. В будущем ситуация может измениться. Возможно, сумеют изменить состав шин, чтобы сделать их сжигание более эффективным, в то же время сокращая или прекращая выбросы токсических веществ. Возможно, шину сделают быстро разборной или изменят ее так, чтобы проще трансформировать ее в новый продукт.

Однако рециклирование — не панацея, и не следует автоматически принимать решения о рециклировании. Это имеет



смысл, только если энергетические, экологические и трудовые затраты таковы, что рециклирование предпочтительнее нерециклирования. Например, повторное использование или рециклирование смкостей для напитков должно проводиться, только если сырье просто и недорого собирать, транспортировать или использовать повторно. Другой пример: со старым оборудованием, не предназначенным для повторного использования или переработки, редко можно сделать что-либо, кроме извлечения материалов, и даже это оказывается сложным и дорогим. Решения по рециклированию должны приниматься с позиций логики, поэтому часто следует просто выбросить в отходы старые, разработанные без учета требований охраны окружающей среды предметы. Как и в других областях промышленной экологии, здесь всегда есть выбор, и для определения наиболее разумного подхода к данной проблеме требуется подробный анализ. И, что особенно важно, рециклирование не должно приводить к большему воздействию на окружающую среду, чем его отсутствие.

Особого внимания заслуживают радиоактивные отходы. Радиоактивные отходы — ядерные материалы и вещества, которые не предназначены для дальнейшего использования.

В результате работы атомных станций, энергетических установок атомных подводных лодок образуется облученное (или отработанное) ядерное топливо. Оно может содержать элементы (уран и др.), которые извлекают и возвращают в ядерный цикл. После этого облученное ядерное топливо превращается в радиоактивные отходы.

В первые годы развития атомной энергетики проблеме радиоактивных отходов не уделялось должного внимания, радиоактивные материалы попадали в водоемы, загрязняли территории.

При использовании современных технологий возможна надежная изоляция радиоактивных отходов. Выбор мест захоронения позволяет исключить возможность воздействия радиоактивных отходов на окружающую среду. Обеспечение норм радиационной безопасности при обращении с радиоактивными отходами обеспечивается созданием и использованием различных искусственных и естественных защитных барьеров. При захоронении отходов основными защитными барьерами являются геологическая формация (используются природные свойства горных пород), физико-химическая форма отходов (отходы переводятся в более безопасную форму путем остекловывания, цементирования

и др.) и герметичность контейнеров. Выбор мест захоронения позволяет исключить возможность воздействия радиоактивных отходов на окружающую среду.

В настоящее время переработкой радиоактивных отходов занимается не только Россия, но и другие страны. Говоря современным языком, это хороший бизнес. Правительства принимают соответствующие решения на основе тщательного анализа разных факторов (геологических, технологических и др.).

Оправданна ли борьба против ввоза в страну для переработки отработанного ядерного топлива? Противники этого считают, что переработка чужого «мусора» отрицательно скажется на экологической ситуации и здоровье граждан. Сторонники же считают, что экономические выгоды создадут возможность для улучшения качества жизни людей, позволят направить средства на развитие здравоохранения. Скорее всего, истина лежит посередине, и для разумного решения надо учитывать все точки зрения.

* * *

Производство и природопользование — связанные между собой понятия. Развитие производства невозможно без роста природопользования, вместе с тем, рациональное природопользование, охрана природы, забота о возобновлении ресурсов в наилучшей степени обеспечиваются при успешном развитии производства (в более широком смысле, нежели просто экстенсивный рост объема производимой продукции).

Промышленное производство основывается на процессах взаимодействия с окружающей средой. Основная масса существующих процессов представляет собой открытые системы. Человек берет у природной среды необходимые ему вещества, энергию, информацию, преобразовывает их в полезные для себя продукты и возвращает в природу отходы своей деятельности. Отходы возникают как при преобразовании исходных составляющих, так и при использовании получившихся продуктов. Негативные последствия могут ощущаться как незамедлительно (загрязнение среды, фиксируемое при мониторинге), так и нести потенциальную опасность (истощение ресурсов, исчерпание видового разнообразия и т. д.).

Технологические процессы делятся на незамкнутые, частично замкнутые, замкнутые и изолированные.

Незамкнутые технологические процессы выделяют в окружающую среду как материальные загрязнители, так и энергетические. При частично замкнутых процессах некоторое количество материальных загрязнений улавливается и возвращается в производство. Замкнутые технологические процессы предполагают обмен с окружающей средой только энергией. При изолированных процессах происходит лишь получение готовой продукции.

Экстенсивное природопользование приводит к возникновению огромного количества твердых, жидкого и газообразных отходов, разрушающих окружающую среду. Противостоять этому процессу поможет применение принципов природопользования, предложенных российскими учеными А. Е. Ферсманом и И. П. Бардиным. Согласно первому принципу, вид продукции и производственный процесс необходимо подбирать к сырью, чтобы комплексно его использовать. Второй принцип предполагает необходимость разработки последовательной цепочки производственных процессов, в которой отходы одного производства служили бы сырьем для другого. По сути, речь идет о переходе от открытой системы связи производства и окружающей среды к рециркуляционной системе и созданию так называемых безотходных производств. В то же время, надо понимать, что на практике речь идет о производстве, обеспечивающем минимальные потери природных ресурсов при максимальной экономической эффективности. Абсолютно безотходное производство невозможно так же, как и «вечный двигатель».

Таким образом, под безотходными производствами можно понимать совокупность технологических процессов, в которых отходы одних используются в качестве сырья для других, что обеспечивает их практически полную утилизацию. Например, зола, образующаяся при сжигании органического топлива может быть использована при производстве силикатного кирпича как наполнитель бетонов и т. п.

Создание безотходных производств является весьма сложным и длительным процессом, промежуточным этапом которого является малоотходное производство. При малоотходном производстве воздействие на окружающую среду не превышает уровня, установленного санитарно-гигиеническими нормами. При этом по различным причинам (техническим, экономическим, организационным и др.) часть сырья и материалов может переходить в отходы и направляться на хранение или захоронение.

Малоотходная и безотходная технологии должны обеспечить:

- комплексную переработку сырья с использованием всех его компонентов;
- создание и выпуск новых видов продукции с учетом требований повторного ее использования;
- переработку отходов производства и потребления с получением товарной продукции или любое полезное их использование без нарушения экологического равновесия;
- использование замкнутых систем промышленного водоснабжения;
- создание безотходных комплексов.

Развитие малоотходных и безотходных производств сопряжено со следующими обстоятельствами:

- малая ресурсоемкость и незначительные выбросы в окружающую среду;
- создание цикличности производств — отходы одних являются сырьем для других;
- организация разумного захоронения неизбежных остатков и нейтрализация энергетических отходов.

Все это может быть реализовано одновременно. В результате сокращаются экономические издержки производства, достигается комплексность использования сырья, и более эффективно решаются проблемы уменьшения загрязнения окружающей среды отходами.

Контрольные вопросы

1. Что является источником твердых бытовых отходов? От чего зависит состав ТБО?
2. По каким принципам и на какие группы делятся методы обезвреживания и переработки ТБО?
3. Какие требования предъявляются к полигонам?
4. Какие меры могут способствовать снижению количества отходов?
5. Возможны ли полностью безотходные производства?
6. Что такое рециклинг? Приведите примеры наиболее широко применяемых технологий рециклирования.
7. Для чего используют комплексные полигоны? Каково их внутритерриториальное деление?
8. Как осуществляется захоронение радиоактивных отходов?
9. Что называют нормами накопления твердых бытовых отходов?

Тест

(возможно несколько правильных ответов)

1. Приему на полигоны подлежат виды отходов:

- а) нефешлам и различные нефтепродукты;
- б) радиоактивные отходы;
- в) компостированные пищевые отходы;
- г) твердые бытовые отходы;
- д) измельченная макулатура.

2. Малоотходная и безотходная технологии обеспечивают:

- а) комплексную переработку сырья с использованием всех его компонентов;
- б) переработку сырья с частичным использованием его компонентов;
- в) переработку сырья для захоронения на полигонах.

3. На нормы накопления и состав ТБО влияют:

- а) степень благоустройства жилищного фонда;
- б) этажность зданий, вид топлива при местном отоплении;
- в) климатические условия;
- г) развитие общественного питания;
- д) только «а» и «в»;
- е) только «а» и «г».

4. Твердые промышленные отходы классифицируют по:

- а) твердости;
- б) отраслям промышленности;
- в) тоннажности, степени использования;
- г) способности к возгоранию, коррозионному воздействию на оборудование;
- д) только «а», «б», «в»;
- е) только «б», «в», «г»;
- ж) только «а», «в», «г».

5. На территориях полигонов необходимо проводить ежедневный контроль:

- а) состояния поверхностных и грунтовых вод;
- б) чистоты воздушной среды;
- в) состояния биотических ресурсов.

Глава 6

МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

Контроль за состоянием окружающей среды осуществляется путем экологического мониторинга. Экологический мониторинг — информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды (рис. 5). Целью мониторинга является выделение антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов. Он включает следующие направления деятельности: наблюдения за факторами воздействия и состоянием среды; оценку фактического состояния и прогнозируемого состояния; управление состоянием среды.

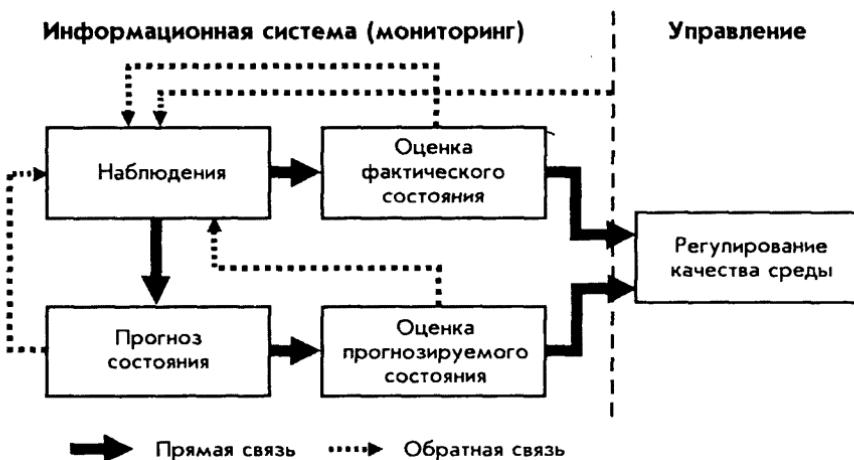


Рис. 5. Составляющие мониторинга



ского состояния среды; прогноз состояния окружающей природной среды и оценку прогнозируемого состояния.

На территории Российской Федерации экологический мониторинг является основной задачей деятельности Российской гидрометеорологической службы (Росгидромет). Кроме того, задачи экологического мониторинга решают организации, имеющие лицензии на осуществление данной деятельности на территории РФ.

Экологический мониторинг не предполагает активных действий или принятия управленческих решений, направленных на поддержание окружающей среды, т. е. осуществления экологического контроля — деятельности государственных органов, предприятий и граждан по соблюдению экологических норм и правил. Различают государственный, производственный и общественный экологический контроль. Таким образом, мониторинг является частью системы экологического контроля.

Законодательство определяет задачи экологического контроля: наблюдение за состоянием окружающей среды и ее изменением под влиянием хозяйственной и иной деятельности; проверку выполнения планов и мероприятий по охране природы, рациональному использованию природных ресурсов, оздоровлению окружающей природной среды, проверку соблюдения требований природоохранительного законодательства и нормативов качества окружающей природной среды.

Принято делить мониторинг на глобальный (фоновый), региональный и импактный («точечный»). Глобальный, или фоновый мониторинг осуществляется в местах, где отсутствует хозяйственная деятельность — на базе биосферных заповедников. Предметом глобального мониторинга являются общие (как следует из названия — глобальные) процессы, которые могут проходить в тысячах километров от источников загрязнения.

Региональный мониторинг затрагивает состояние окружающей среды, сложившееся в результате сочетанного воздействия различных факторов, характерных для данного региона. Помимо Росгидромета, региональный мониторинг может осуществляться и другими ведомствами.

Импактный (точечный) мониторинг осуществляется в наиболее загрязненных либо опасных местах. Он может быть связан с деятельностью конкретных предприятий или объектов, представляющих потенциальную опасность в случае аварийных ситуаций.

Мониторинг иногда характеризуют по методам проведения (авиационный, космический и т. д.).

Кроме того, классификация мониторинга основана и на других подходах. Его можно осуществлять относительно источников воздействия на окружающую среду (рис. 6).

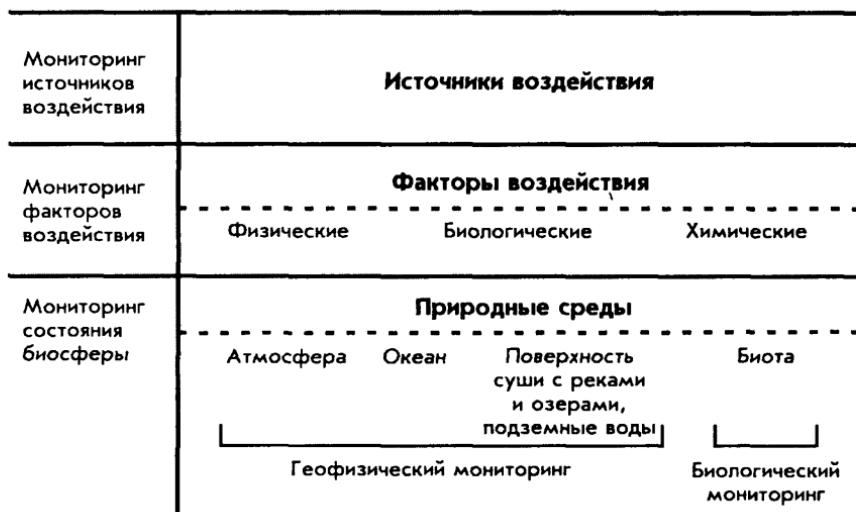


Рис. 6. Классификация экологического мониторинга

Примером организации контроля на высоком уровне может служить атомная отрасль. Все атомные станции России, многие другие предприятия ядерного комплекса охвачены системой «ACKPO», что расшифровывается как «Автоматизированная система контроля радиационной обстановки». Датчики этой системы проводят измерения в ежеминутном интервале. При работе в нормальном режиме система позволяет следить за соблюдением норм радиационной безопасности. В аварийном режиме оперативное получение данных позволяет оценить радиационную обстановку, дать прогноз развития ситуации, определить необходимые защитные меры. Данные радиационного мониторинга передаются в Кризисный центр концерна «Росэнергоатом», где круглосуточно дежурят специалисты, готовые при необходимости оказать АЭС поддержку при возникновении нештатных ситуаций, а также в Ситуационно-кризисный центр Федерального агентства по атомной энергии.

Доступность данных о радиационной обстановке позволяет опровергать слухи о повышении радиационного фона, возникающие время от времени, как это произошло, например, во время трагедии на атомной подводной лодке «Курск» благодаря действующей ACKPO в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, а также доступности данных ACKPO Ленинградской АЭС.

Ключевым моментом при проведении экологического мониторинга является оценка воздействия тех или иных факторов на окружающую среду и проверка соответствия установленным нормативам. Она необходима для принятия управленческих решений о допустимости деятельности тех или иных предприятий либо каких-либо действий. В зависимости от результатов оценки может возникнуть необходимость, например, в проведении защитных мероприятий.

Вступление России в мировое сообщество, переход на рыночные рельсы в экономике, демократизация общества определяют новые требования к экологической безопасности производства, ее фактическому обеспечению и повышению в соответствии с запросами общества.

На решение актуальных проблем в области природопользования направлена экологическая политика. Стратегической целью государственной политики Российской Федерации является снижение антропогенного воздействия на окружающую среду в той мере, в какой оно позволяет, с одной стороны, обеспечивать

экологическую безопасность, поддерживать экосистемы биосфера, с другой — осуществлять социально-экономическое развитие. Эта цель определяет и основные направления государственной экологической политики. Вот некоторые из них.

- Обеспечение экологической безопасности населения, заключающееся в снижении уровней загрязнения среды и других негативных воздействий на нее с целью улучшения показателей здоровья и продолжительности жизни населения. Для этого необходимо обеспечить соответствие всех компонентов окружающей среды принятым нормативам. При необходимости должны выявляться территории, не соответствующие требованиям, а также проводиться мероприятия по их реабилитации.
- Сохранение и воспроизводство природной среды (естественных экосистем и природных комплексов). (См. раздел «Особо охраняемые территории».)
- Эффективное экологически безопасное природопользование.
- Формирование экологического сознания.

Япония — страна, отличающаяся консерватизмом служащих.

Недавно японское правительство начало активную пропаганду «свободного» стиля одежды в офисе. Служащих призывают летом ходить на работу в рубашках без пиджаков. Такое внимание к имиджу объясняется очень просто: сотрудники в строгих офисных костюмах больше страдают от жары, и это приводит к повышенной нагрузке на кондиционеры что, в свою очередь, увеличивает расход электроэнергии. Даже такие «мелочи» отражают формирование экологического мышления.

Для реализации государственной программы необходимо широкое международное сотрудничество. Охрана окружающей среды — проблема глобальная, и она может быть решена при одновременных согласованных действиях на всех уровнях — от государственного до уровня предприятий. В противном случае вероятность потерь, связанных с экологическими бедствиями, будет возрастать. Поэтому необходимо эффективное государственное нормативно-правовое и экономическое регулирование. Загрязнение должно быть невыгодным, а именно — обязательно введение адекватной платы за негативный характер воздействий, при этом наказание должно быть неотвратимым. Соответствующие надзорные и административные органы должны обеспечи-



вать соблюдение законодательства. Результативность управления в области охраны окружающей среды зависит от руководства предприятий.

Важным инструментом управления окружающей средой является созданная система, которая так и называется — система управления окружающей средой (СУОС), в англоязычном варианте Environment Management System — EMS).

В 1946 г. в Женеве была создана Международная организация по стандартизации (International Organisation for Standardisation — ISO), включающая в себя представителей из 110 стран. Целью ее создания было стремление стандартизировать промышленные и потребительские товары, которые пересекают национальные границы. ISO (в русскоязычном варианте — ИСО) создала единую программу — систему управления качеством.

Один из стандартов (он относится к серии ИСО 14000) охватывает систему экологического менеджмента. Переход к добровольной сертификации в соответствии с ИСО 14000 представляет собой реальный путь улучшения экологического состояния предприятия. По статистическим данным, добровольная экологическая деятельность в международной практике становится нормой поведения.

Что же такое стандарты семейства ИСО 14000?

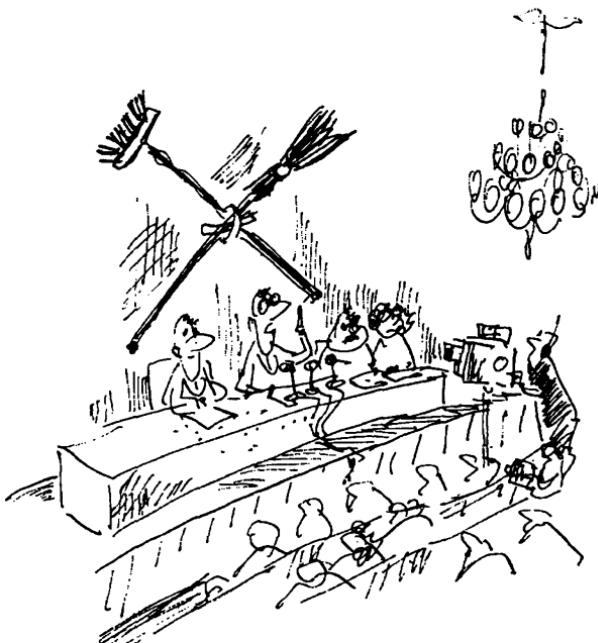
К настоящему моменту разработано 25 стандартов этого семейства, часть из которых приняты в России в качестве государственных стандартов. К системам менеджмента охраны окру-

жающей среды имеют отношение требования, содержащиеся в ГОСТ Р ИСО 14001—2004, которые предназначены для применения во всех организациях независимо от их отраслевой специфики, размера, географических, социальных и культурных условий, а также форм собственности.

Стандарт не устанавливает жестких требований к экологической эффективности, кроме обязательств соответствовать применяемым законодательным актам и регламентам и постоянно улучшать систему.

Модель системы экологического менеджмента можно представить несколькими блоками.

Первый «блок» модели — экологическая политика (предприятие должно отдавать себе отчет — к чему оно стремится, каковы его стратегические цели и приоритеты). Экологическая политика должна соответствовать характеру, масштабу и воздействиям деятельности организации, ее продукции или услуг на окружающую среду, включать обязательства в отношении ее постоянного улучшения и предотвращения загрязнения, соответствовать природоохранному законодательству, действующим



стандартам и нормативам. Экологическая политика должна быть прозрачной и доступной общественности. Ответственность за ее определение и реализацию ложится на высшее руководство.

Второй «блок» модели — планирование (определение того, как добиться результатов).

Цель планирования — создание условий для реализации экологической политики. При планировании необходимо, согласуясь с нею, установить систему приоритетов и очередность выполнения задач в соответствии с остротой проблем.

Третий «блок» — внедрение и функционирование системы менеджмента охраны окружающей среды — предусматривает гармонизацию различных видов деятельности. Для его осуществления необходимо, в частности, распределение обязанностей, обеспечение необходимыми ресурсами, согласованное участие всех работников организации, повышение уровня компетентности персонала, обеспечение управления операциями (процессами), готовность к аварийным ситуациям.

Успешное внедрение и функционирование всей системы возможно только при участии всех сотрудников организации.

Четвертый «блок» — проведение проверок и корректирующих действий. Необходимо подтверждать результативность системы, для чего проводятся мониторинг и соответствующие измерения.

В системе предусмотрены корректирующие и предупреждающие действия, пропорциональные важности проблем и соразмерные выявленным воздействиям на окружающую среду. Все несоответствия должны быть идентифицированы и зарегистрированы. Необходимо иметь круг лиц, обладающих полномочиями и несущих ответственность за работу с несоответствиями.

Пятый «блок» — анализ со стороны руководства. Периодически высшее руководство должно анализировать систему менеджмента охраны окружающей среды для определения ее результативности и необходимости изменения политики, целей и других элементов в связи с изменениями экономических, социальных, экологических и других факторов.

К этой работе нельзя относиться формально или, что еще хуже, скрывать фактическое состояние дел. Ведь экологические преступления уже нанесли страшный ущерб многим регионам.

Компании, которые приобрели хорошую репутацию у потребителей благодаря своей активности в социальной и экологиче-

ской сфере, получают многочисленные преимущества. У них более широкие возможности по привлечению квалифицированных кадров, желающих работать в социально ответственных компаниях, при пользуются доверием и лояльностью потребителей, несут меньшие риски при размещении акций, сокращаются расходы на судебные разбирательства и ликвидацию ущерба для окружающей среды. С точки зрения рационального природопользования, не так уж важно, какие мотивы лежат в основе деятельности компаний — альтруизм или экономическая целесообразность. Важно сделать так, чтобы сохранять окружающую среду было еще и экономически выгодно.

В качестве примера внедрения системы экологического менеджмента на предприятии в соответствии со стандартами ИСО можно привести деятельность компании Coca-Cola.

В отличие от американского рынка безалкогольных напитков, где значительную конкуренцию Coca-Cola оказывает Pepsi-Cola, в Германии серьезных конкурентов у Coca-Cola не было — ее доля на немецком рынке 39 %.

На рубеже 80—90-х гг. XX в. у Coca-Cola был более негативный экологический имидж, чем, скажем, у Pepsi-Cola. Данная ситуация сложилась из-за того, что Coca-Cola вышла из договора производителей Германии (1977 г.), по которому фирмы обязались не использовать одноразовую тару для производимых ими продуктов. Coca-Cola ввела в оборот пластмассовую бутылку объемом 2 л, что вызвало сильное недоводение со стороны партнеров и общественности и превратило Coca-Cola в монстра, загрязняющего окружающую среду горами мусора.

Ситуация вокруг Coca-Cola изменилась стремительно. Агрессивно настроенное общественное мнение против использования пластиковой тары (а в Германии влияние «зеленых» достаточно серьезно) грозило Coca-Cola финансовыми потерями. И тогда топ-менеджмент фирмы принял решение о поиске новых альтернативных видов упаковки и используемых для ее производства материалов.

Для этого был проведен анализ шансов и рисков Coca-Cola в решении данной проблемы. Прежде всего, компания должна была вывести на рынок новую баночную емкость с максимально безопасной степенью воздействия на окружающую природную среду, показать трепетное отношение фирмы к охране окружающей среды, и, как следствие, восстановить свой пошатнувшийся имидж в глазах общественности и властных структур.

Что же было реально сделано?

Во-первых, Coca-Cola разработала новое открывашее устройство (из стали) для одноразовой баночной тары, которое оставалось прикрепленным к банке после ее открытия. Данные изменения делали рециклирование тары более удобным.

Во-вторых, Coca-Cola вывела на рынок пластиковую бутылку (объем 2 л) многоразового использования. Ее преимущества перед стеклянной тарой многоразового использования в том, что она обладает намного меньшим весом, к тому же исключалась любая вероятность ее поломки. Самым же главным преимуществом пластиковой тары многоразового использования стало отсутствие негативного воздействия на окружающую среду и возможность рециклирования.

Для восстановления своего имиджа, а главное — положительного общественного мнения, Coca-Cola выстроила определенную стратегию экологического маркетинга. А именно, позиционировала новую тару как «удобную альтернативную тару многоразового использования для всей семьи». В рекламе пластиковая бутылка многоразового использования называлась «небесно легкой, способной к многоразовому использованию».

Увеличения же цены продукции вследствие появления на рынке новой тары не произошло (хотя первоначально планировалось увеличение на 10 %, но, как выяснилось, потребитель был не готов платить больше за продукт из-за изменения упаковки). Наоборот, ценовая политика компании была направлена на удорожание продукции в одноразовой упаковке, что впоследствии вообще привело к постепенному отказу от ее производства.

Чего же добилась Coca-Cola?

Во-первых, увеличила уровень продаж напитков в таре многоразового использования.

Во-вторых, приобрела доверие потребителя.

В-третьих, вследствие введения рециклирования пластиковой тары улучшила отношения с властными структурами.

В плане снижения воздействия на окружающую среду мероприятия, проведенные Coca-Cola, позволили ей сэкономить ежегодное потребление питьевой воды, сократить потребление энергии на 37 %, снизить количество тары, поступающей на свалку на 87 %, сократить вредные выбросы в атмосферу на 58 %, в водоемы на 21 %.

При осуществлении мероприятий по охране окружающей среды возникает ряд противоречий. Первое можно характеризовать как эколого-экономическое. Действительно, повышение экологической культуры и безопасности влечет за собой дополнительные расходы природопользователя. Это, в свою очередь, приводит к удорожанию продукции и снижению конкурентоспособности. Естественно, преодолеть «искушение» производителя можно только встречными мерами — экономическим стимулированием на уровне государства, введением обязательной сертификации и т. д.

Могут возникать и противоречия, которые носят эколого-административный характер. Природоохранная деятельность требует координации усилий различных ведомств и осуществляется на различных территориях. Особенно сложно организовать деятельность на глобальном уровне.

И, наконец, эколого-психологические противоречия. Формирование экологического мышления — сложный и длительный процесс. Даже на бытовом уровне: все ли убирают после себя место пикника в лесу, выбрасывают обертку от мороженого или пачку из-под сигарет в урну, следят за выхлопом своего автомобиля? К сожалению, лица, от которых зависит экологическая безопасность, не всегда отдают себе отчет в том, что другой планеты у нас не будет, и надо беречь нашу Землю.

К сожалению, общественные организации экологической направленности часто односторонне подходят к оценке экологических последствий работы предприятий. Большинство их сторонников — люди, искренне заботящиеся об охране окружающей среды. Но не секрет, что под флагами некоторых организаций, которые правильнее называть «псевдоэкологическими», выступают люди ангажированные. Действуя (и подчас небескорыстно) в интересах отдельных компаний, отраслей (да и государств), они используют «экологическое поле» для конкурентной борьбы.

Постоянный диалог с общественностью, привлечение ее представителей к решению проблем — необходимое условие нормальной деятельности различных отраслей промышленности. Просветительская работа, прозрачность принимаемых решений, обсуждение их с заинтересованными сторонами еще на стадии подготовки, создание «общественных советов» или иных форм участия населения в деятельности предприятий, вызывающих

озабоченность общественности, наконец, использование экономических рычагов — будут способствовать преодолению негативного отношения. С другой стороны, общественный контроль поможет избежать многих отрицательных последствий для окружающей среды.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается экологический мониторинг от экологического контроля?
2. Что является предметом глобального, регионального и точечного мониторинга?
3. В чем заключается обеспечение экологической безопасности населения?
4. Какими блоками может быть представлена модель системы экологического менеджмента?

Тест

(возможно несколько правильных ответов)

1. Экологический мониторинг:

- а) это синоним понятия «экологический контроль»;
- б) это информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды;
- в) предполагает активные действия и принятие управленческих решений, направленных на поддержание окружающей среды;
- г) делится на глобальный (фоновый), региональный и импактный («точечный»);
- д) различается по методам проведения;
- е) классифицируется относительно источников воздействия на окружающую среду.

2. Экологический мониторинг включает следующие направления деятельности:

- а) только наблюдение за факторами воздействия и состоянием среды;
- б) только оценку фактического состояния среды;
- в) только прогноз состояния окружающей природной среды;
- г) только оценку прогнозируемого состояния природной среды;
- д) все перечисленные виды деятельности;
- е) только «а» и «в»;
- ж) только «б» и «г».

-
3. Внедрение системы управления окружающей средой...
- а) обязательно для всех предприятий добывающей промышленности;
 - б) обязательно для всех предприятий, расположенных в черте города;
 - в) является добровольным;
 - г) способствует экономическому регулированию экологической эффективности.
4. При осуществлении мероприятий по охране окружающей среды...
- а) могут возникать эколого-экономические и эколого-административные противоречия;
 - б) формирование экологического мышления не будет способствовать устранению эколого-психологических противоречий;
 - в) участие общественных организаций полностью исключено.

Глава 7

ПОНЯТИЕ РИСКА. НОРМИРОВАНИЕ

Важной составляющей контроля и управления состоянием окружающей среды является оценка риска. Понятие риска сопровождает человека всю жизнь. Для каждого есть риск закончить свою жизнь от тех или причин, иногда и преждевременно. Это определяется как индивидуальный риск — возможность и вероятность наступления неестественной смерти человека. Если гибнут группы людей, говорят о социальных рисках, которые складываются из этих индивидуальных рисков. Еще один показатель — экономический риск. Каждая катастрофа, чрезвычайное событие вызывает экономический ущерб. Если подсчитать размер этого ущерба, вероятность его возникновения, можно оценить экономический риск. В экономический риск методически может быть заложен и такой показатель, как стоимость человеческой жизни. Конечно, с точки зрения этики, каждая человеческая жизнь бесцenna. Между тем, это условное понятие используется — например, для определения размеров компенсаций, в страховом деле и т. д.

Человек всегда стоит перед выбором — подвергнуться риску и получить какую-то пользу или избежать риска, но и отказаться от преимуществ, которые он мог бы получить? Разумеется, риск можно и нужно сводить к минимуму: при переходе улицы есть риск попасть под машину, однако он неизмеримо меньше, если пользоваться переходом и соблюдать правила движения. Можно, конечно, и вовсе отказаться от автомобилей, но в этом случае — сколько людей погибнет на пожаре или не дождется «скорой»? Чтобы не подвергаться риску, связанному с работой электро-

станции, можно отказаться от ее строительства. Но тогда в зимние холода больше людей заболеет простудными заболеваниями, а лечить их будет нечем, потому что от строительства фармацевтической фабрики тоже решили отказаться.

При развитии новых технологий выбор делался в их пользу, если выгода больше риска.

Экологи определяют риск как опасность нарушения природного равновесия, а именно — нарушения стабильности такой экосистемы, к которой привык человек, а также как вероятность негативного воздействия факторов окружающей среды на организм человека, которое может повлечь за собой повышение уровня заболеваемости и смертности.

Риск имеет два измерения: объективное и субъективное. Объективное выражено количественно, и его можно вычислить с помощью ряда методик. Субъективное измерение не может быть вычислено, но на практике субъективное восприятие риска часто перевешивает объективные подходы.

Целесообразность принятия риска можно проиллюстрировать таким примером. Допустим, в лесу со временем давно закончившейся войны где-то лежит старое ружье. Раз в несколько лет, неизвестно когда, оно может само по себе выстрелить. Разумеется, есть вероятность, что кто-то из жителей близлежащих деревень в этот момент будет проходить мимо и окажется ранен или даже убит. Чтобы свести данный риск к нулю, необходимо будет «всем миром» направляться прочесывать лес в поисках ружья. Но тогда некому будет ухаживать за скотиной, убирать урожай, запасать на зиму дрова, и в результате заболеваемость и смертность от холода и недоедания многократно превысит риск пострадать от шальной пули. Но возможна и другая ситуация — не затерявшееся в лесных чащах ружье, а заминированное поле, где вероятность получить ранение очень высока. В этом случае необходимо потратить время и силы на практическое устранение или минимизацию риска. В каждом случае человек принимает решение сам, в зависимости от того, что для него является более значимым.



Многие виды риска можно попытаться определить количественно. В табл. 2 приведена информация о смертности в течение года и в течение всей жизни, являющейся результатом обычных видов деятельности (для примера взята ситуация в Нидерландах).

Таблица 2. Смертность, связанная с различными видами деятельности

Вид деятельности/происшествие	Смертность в течение года	Смертность в течение жизни
Затопление в результате прорыва плотины	1 из 10 млн	1 из 133 000
Укус пчелы	1 из 5,5 млн	1 из 73 000
Удар молнии	1 из 2 млн	1 из 27 000
Авиаперелеты	1 из 814 000	1 из 11 000
Хождение пешком	1 из 54 000	1 из 720
Езда на велосипеде	1 из 26 000	1 из 350
Вождение автомобиля ¹	1 из 5700	1 из 76
Выкуриивание одной пачки сигарет в сутки	1 из 200	1 из 3

В соответствии с табл. 2 выкуриивание одной пачки сигарет в сутки связано с гораздо более высоким риском, чем вождение автомобиля, авиаперелеты и т. п.

Также интересно рассмотреть риски по тому, как они могут сократить среднюю продолжительность жизни (табл. 3).

Таблица 3. Сокращение ожидаемой продолжительности жизни (в днях), вызываемое различными причинами

№ п/п	Причины риска	Дни
1	Радон в помещениях	35
2	Работа с химиальями	30
3	Постоянная работа с излучением	25
4	Обеднение озонового слоя в стратосфере	22
5	Пестициды в пищевых продуктах	12
6	Загрязнение воздуха в помещениях	10

¹ В России этот показатель выше и составляет примерно 1 из 4000.

Окончание табл. 3

№ п/п	Причины риска	Дни
7	Свалки токсичных отходов	2,5
8	Загрязнение питьевой воды	1,3
9	Проживание вблизи АЭС	0,4
10	Жить ниже черты бедности	3500
11	Быть мужчиной (а не женщиной)	2800
12	Курение (мужчины, 1 пачка сигарет в день)	2300
13	Сердечно-сосудистые заболевания	2100
14	Быть неженатым (или не замужем)	2000
15	Работать шахтером (на добыче угля)	1100
16	Рак	980
17	Избыточный вес (15 кг)	900
18	Недостаточное образование	800
19	Недостаточное медицинское обслуживание	550
20	Инсульт	520
21	Алкоголь	230
22	Автомобильные аварии	180
23	Грипп и воспаление легких	130
24	Наркотики	100
25	Убийство	90
26	Несчастные случаи на работе	74
27	СПИД	70
28	Курящий супруг/супруга	50
29	Утонуть	40
30	Отравление и смерть от удушья	37
31	Пожары и смертельные ожоги	27
32	Кофе (3 чашки в день)	26
33	Авиакатастрофы	1
34	Ураганы, торнадо	1
35	Наводнения	0,4

Сравнив эти данные, нетрудно прийти к заключению, что активная жизненная позиция, здоровый образ жизни имеют гораздо большее значение, чем экологические катастрофы или случайные «форс-мажорные обстоятельства». Все зависит от нас (мы уже обсуждали это в разделе «Окружающая среда и здоровье человека»).

Анализ риска сводится к трем этапам: оценки, информирования и управления. Первый этап наиболее объективен и основан на использовании статистических и лабораторных данных для определения риска. Этап информирования связан с сообщением результатов оценки заинтересованным сторонам. Этап управления представляет собой комплекс мероприятий, проводимых различными организациями или правительствами с целью минимизации риска.

В последние годы использование оценок риска для разработки гигиенических нормативов получает все более широкое распространение. На практике, когда речь идет о воздействии целого спектра факторов, оказывающих влияние на состояние здоровья населения, нередко возникают ситуации, когда риски от предельно допустимых количеств разных веществ могут различаться не только в десятки, но и в тысячи раз. Поэтому попытка свести к минимуму риск от одного из вредных факторов может оказаться совершенно бесполезной, если сохраняется опасность воздействия другого фактора. Например, уменьшение концентрации вредных веществ в воздухе может не дать ожидаемого уменьшения вероятности заболевания раком легких, если речь идет о группе курильщиков.

И все-таки при объективной оценке риска могут возникнуть затруднения из-за целого ряда неопределенностей. В первую очередь это связано с неполнотой или даже отсутствием объективных научных данных. Например, мы уже упоминали о возможности употребления генетически модифицированных продуктов. Спор до сих пор не может быть решен на строго научной основе: с одной стороны, вред от их использования не продемонстрирован в экспериментальных системах и в ходе эпидемиологических наблюдений. С другой стороны, времени от момента их появления прошло не достаточно для того, чтобы накопить и проанализировать результаты наблюдений.

Даже когда информации достаточно, не всегда можно установить причинно-следственную связь между загрязнением среды

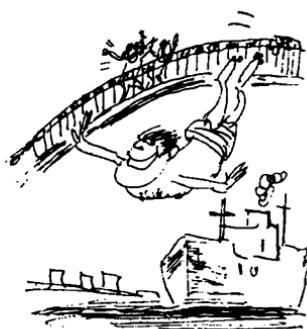
и последствиями для здоровья. Особенно сложно это сделать при одновременном воздействии нескольких факторов.

Для оценки последствий воздействия используются данные, полученные в результате обследований больших групп людей, либо путем перенесения результатов лабораторных исследований на животных или клеточных культурах на человека. Как правило, концентрации вредных веществ в реальных ситуациях намного ниже тех, которые используются в эксперименте, поэтому речь может идти об экстраполяции, основанной на определенных допущениях. Однако в области низких значений нагрузок существует неопределенность, обусловленная особенностью их воздействия на человеческий организм — например, за счет включения защитных механизмов, либо за счет случайного характера повреждающего воздействия. Сравним последствия ураганного обстрела большой группы людей и случайного одиночного выстрела «шальной пули» (как в предыдущем примере). В первом случае, зная необходимые параметры, можно в среднем предсказать число жертв. Во втором все зависит от случайности.

Любое дополнительное воздействие происходит на фоне спонтанного присутствия этого фактора (либо других, способных модифицировать его воздействие). Поэтому «добавка», даже если величина ее будет меньше порога, в сумме с «фоновым» воздействием может привести к его превышению и наступлению эффекта.

В связи с этим следует различать понятия абсолютного риска — частоту неблагоприятных событий, вызванных воздействием определенного фактора, и относительный риск — отношение частоты этих событий к общему числу аналогичных событий, определяемых другими воздействиями (которые могут быть известны или не известны).

За оценкой риска наступает этап информирования о наличии риска, связанный с сообщением результатов оценки заинтересованным сторонам — общественности, организациям и отдельным лицам. В связи с тем, что сообщать о наличии риска могут и корпорации, и правительства, и СМИ, существует возможность искажения результатов исследования. Поэтому при формировании сообщения о наличии риска необходимо как можно раньше подключать наибольшее количество заинтересованных сторон (группы разработчиков, экспертов-аналитиков, общественность в широком смысле), что поможет увеличить значимость результатов.



Надо помнить, что диалог с общественностью по вопросам риска — важный момент формирования экологического сознания.

Здесь следует иметь в виду, что у большинства населения понятие «риск», какие бы численные значения не приводились, ассоциируется не с управляемым осознанным событием, а с безрассудными действиями. Не случайно в словарях русского языка это слово трактуется

как «идти на авось», «искушать судьбу», «играть с огнем», «лезть на рожон» и т. д.

Заключительный этап формирования политики, связанной с риском, — управление риском, который представляет собой ряд политических (регулирующих) действий, являющих собой совокупность научных, экономических и социологических аспектов, направленных на снижение экологического риска.

Снижение риска и опасности основано на принципах «экоразвития»:

- сохранение и восстановление естественных экосистем и биоразнообразия;
- охрана здоровья и генофонда человеческой популяции;
- преодоление потребительского отношения к природе и экологической безграмотности при удовлетворении естественных (биологически обоснованных) потребностей человека;
- планирование и развитие производства в соответствии с емкостью и способностью природных экосистем к самовосстановлению;
- приоритетность глобальных требований экологического императива по отношению к региональным нуждам природопользования;
- замена использования невозобновимых природных ресурсов на возобновимые;
- рекультивация земель, восстановление биологических ресурсов;
- эколого-экономическая сбалансированность общественно-го развития;

- экономическое стимулирование экологически чистых технологий и оборудования;
- предупреждение кризисных экологических ситуаций.

Возможность использования понятия приемлемый риск в гигиеническом нормировании явилось революционным. Это позволило применять конструктивные подходы к регламентированию допустимых пределов внешнего воздействия.

Выделяются три области риска:

- область чрезмерного риска: любая деятельность, даже если она выгодна для общества в целом, недопустима, если риск для конкретного человека характеризуется значением из этой области;
- область пренебрежимого риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области допускается и не нуждается в контроле;
- область приемлемого риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области является объектом контроля для регулирующего органа.

Считается, что индивидуальный риск 10^{-6} (один несчастный случай на миллион) является пренебрежимо малым¹, 10^{-4} – 10^{-5} (один случай на 10–100 тысяч) — приемлемым, а риск, величина которого превышает этот показатель, считается недопустимым. Попробуем представить себе эти цифры. Известно, что в год на дорогах нашей страны в ДТП погибает около 35 тыс. человек. Численность населения России немного превышает 140 млн. Таким образом, вероятность погибнуть в ДТП составит только в течение года $2,5 \cdot 10^{-4}$, т. е. существенно превышает приемлемый уровень. При этом в расчет включались и не умеющие ходить младенцы, и прикованные к постели больные, не покидающие пределов комнаты.

Целесообразность дополнительного риска учитывается при нормировании. Для каждого вида воздействия подходы к нормированию различаются — в зависимости от специфики их влияния на здоровье населения. Общим является стремление к соблюдению так называемого принципа ALARA — сокращение английского словосочетания «As Low As Reasonably Achievable», что оз-

¹ Например, именно на риске порядка 10^{-6} в течение жизни основанные стандарты, связанные с очисткой окружающей среды в Соединенных Штатах.

начает «так низко, как благоразумно достижимо». Позже формулировка этого принципа была дополнена словами «...с учетом экономических и социальных позиций». В принцип ALARA заложена зависимость от технических возможностей, и это может в некоторых случаях приводить к перекосу жесткости требований.

Гигиенические нормативы играют важную роль в предупреждении отрицательных для здоровья человека и окружающей среды последствий. Их отсутствие привело бы к неконтролируемому загрязнению среды. Действующие нормативы являются по сути своей антропоцентрическими, т. е., направлены в первую очередь на защиту человека. При этом предполагается, что соблюдается принцип «защищен человек — защищена окружающая среда». Вместе с тем, экологами высказывается мнение о необходимости пересмотра антропоцентрического принципа. Практические шаги в этом направлении были сделаны МАГАТЭ (Международным Агентством по Атомной Энергии). Был разработан и опубликован проект нового документа, предусматривающего необходимость обеспечения радиационной безопасности не только человека, но и других биологических видов. При очевидной прогрессивности такого подхода его практическая реализация на сегодняшний день представляется затруднительной. В первую очередь, это происходит из-за сложных связей, существующих между разными видами живых организмов, высокой роли отбора (практически не значимого в человеческой популяции) и необходимости накопления большого массива экспериментальных данных.

Для обеспечения защиты от вредного воздействия химических веществ при их нормировании сформулированы следующие принципы (приемлемые и для других факторов).

Прицип безвредности. При обосновании норматива вредного фактора решающее значение имеет его безвредность для человека. При этом недопустимо принимать более высокие нормативы исходя из экономической или технологической целесообразности, а также из возможности применения индивидуальных средств защиты.

Прицип опережения. Обоснование и осуществление профилактических мероприятий должно осуществляться до начала воздействия вредных факторов. Его практическое осуществление может осложниться тем обстоятельством, что вредное действие многих факторов проявляется лишь спустя годы

(а иногда — десятки лет) после начала их воздействия. Таким образом, возрастает важность научных исследований в определении допустимых уровней воздействия.

Принцип порогового действия. В гигиене под порогом вредного действия понимают такую минимальную концентрацию вещества в окружающей среде или дозу, попавшую в организм, при воздействии которой в организме, при конкретных условиях поступления вещества, возникают изменения, выходящие за пределы приспособительных реакций, или скрытая (проявляющаяся впоследствии) патология. Количество значение пороговой концентрации или дозы зависит от условий воздействия — например, при остром воздействии бензолов оказывает влияние в основном на центральную нервную систему, а при продолжительном воздействии малых доз и концентраций страдает система кроветворения.

В научном сообществе не прекращаются споры о наличии или отсутствии порога, при превышении которого проявляются вредные последствия воздействия факторов среды на здоровье. Научными исследованиями наличие или отсутствие порога не доказано, да его и невозможно доказать из-за неопределенности эффектов в области малых доз. Для нормирования радиации, например, используется линейная беспороговая концепция, согласно которой любые, даже самые низкие дозы, могут нанести вред. Линейная беспороговая концепция была принята для того, чтобы заведомо «переоцнить» риск и избежать даже возможности вреда здоровью.

Для большинства химических соединений существование порога не вызывает сомнений. На самом деле, для процедуры нормирования существование или отсутствие порога не является принципиальным.

Принцип моделирования вредного действия химических веществ является крайне важным для соблюдения принципа опережения. Еще до начала воздействия необходимо определить в лабораторных условиях характер воздействия того или иного вещества на человека. Получение прямых данных может быть затруднено или даже невозможно, поэтому нельзя избежать допущений.

Принцип лимитирующего показателя вредности. Если от действия вредного фактора страдает несколько систем организма и при этом дозы, вызывающие нарушения,

различаются, то в качестве предельно допустимого выбирается наименьшее из всех значений («слабое звено»).

Обеспечение радиационной безопасности, в свою очередь, базируется на трех принципах:

1. **Принцип нормирования**, согласно которому не должны быть превышены допустимые пределы облучения граждан от всех источников излучения.

2. **Принцип обоснования**, запрещающий использование источников излучения, если вред, причиненный дополнительным облучением от этих источников, будет больше, чем польза от их использования для человека и общества.

3. **Принцип оптимизации**, т. е. поддержание индивидуальных доз облучения и числа облучаемых людей на возможно низком и достижимом уровне, с учетом экономических и социальных факторов.

В реальных условиях, как уже отмечалось, человек подвергается действию не одного, а сразу нескольких факторов окружающей среды. Учет этого обстоятельства — сложная задача, требующая своего решения.

Контрольные вопросы

1. Расскажите об индивидуальном, социальном и экономическом рисках. Что такое риск с точки зрения эколога?
2. Приведите примеры рисков, обусловленных разными причинами.
3. На каких принципах основано снижение риска и опасности?
4. Каким образом нормирование связано с риском? Что такое приемлемый риск?
5. На какие принципы опирается нормирование?

Тест

(возможно несколько правильных ответов)

1. *Наличие порога характерно...*

- а) для действия химических соединений;
- б) для всех последствий воздействия ионизирующих излучений;
- в) только для некоторых последствий воздействия ионизирующих излучений.

2. Если доза облучения или концентрация химического вещества на несколько процентов превысит допустимое значение, то:

- а) с вероятностью 100 % возникнет угроза здоровью;
- б) возрастет вероятность появления отрицательных последствий;
- в) возникнет необходимость немедленного отселения.

3. Расположите некоторые факторы в порядке возрастания из влияния на риск снижения продолжительности жизни (по табл. 3):

- а) проживание вблизи АЭС; курение; жизнь ниже черты бедности; недостаточное медицинское обслуживание; авиакатастрофа;
- б) жизнь ниже черты бедности; курение; недостаточное медицинское обслуживание; авиакатастрофа; проживание вблизи АЭС;
- в) курение; недостаточное медицинское обслуживание; авиакатастрофа; проживание вблизи АЭС; жизнь ниже черты бедности;
- г) недостаточное медицинское обслуживание; курение; проживание вблизи АЭС; авиакатастрофа; жизнь ниже черты бедности.

4. Неопределенность при оценке риска связана с:

- а) невозможностью достоверно количественно оценить последствия воздействия вредных факторов при низких дозах/концентрациях;
- б) недостаточной профессиональной подготовкой исследователей;
- в) необходимостью скрывать информацию о действии вредных факторов;
- г) схожестью последствий воздействия разных факторов и сложностью установления четкой причинно-следственной связи между воздействием и эффектом.

5. Принцип ALARA предполагает:

- а) воздействие на уровне «так низко, как благоразумно достижимо с учетом экономических и социальных позиций»;
- б) допустимость увеличения риска при испытании новых технологий;
- в) зависимость от технических возможностей;
- г) недопустимость любого риска.

Глава 8

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды развивается в рамках деятельности международных организаций. Среди них:

- Международные организации в системе ООН: Комиссия ООН по устойчивому развитию (КУР), Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Экономическая комиссия ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО), Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН), Программа развития ООН (ПРООН), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Комиссия ООН по образованию, науке и культуре (ЮНЕСКО) и др.;
- Международные межправительственные организации — Европейский Союз, Совет Европы, Организация по безопасности и сотрудничеству в Европе (ОБСЕ), Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Совет Баренцева моря/Евро-Арктического региона (СБЕР) и др.;
- Международные неправительственные организации — Всемирный фонд дикой природы (ВВФ), Всемирный союз охраны природы (МСОП), Черноморское экономическое сотрудничество, Балтика-21 (Повестка дня на XXI век для региона Балтийского моря) и др.;
- Международные финансовые организации — Всемирный банк, Международный валютный фонд (МВФ), Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР), Глобальный экологический фонд (ГЭФ) и др.



С активной деятельностью этих организаций связано принятие важнейших документов на международном уровне.

Международные договоры, в зависимости от степени их связи с охраной окружающей среды, делятся на 3 группы.

1. Договоры, не содержащие природоохранительных норм, но закрепляющие правовой статус природных объектов (например, правовой режим водоемов).

2. Договоры, регулирующие использование природных объектов; при этом они могут содержать и некоторые природоохранные нормы (например, Конвенция по морскому праву).

3. Договоры, полностью определяющие международные правовые отношения по охране окружающей среды.

Следует выделить рамочные соглашения, которые закрепляют только общие для всех государств обязательства.

В мире насчитывается более 300 многосторонних, региональных и двусторонних соглашений, затрагивающих проблемы окружающей среды. Российская Федерация ратифицировала порядка 40 многосторонних международных соглашений, а многие из них были приняты к исполнению Россией как правоприемницей СССР. Кроме того, Россия подписала около 60 двусторонних соглашений (по состоянию на 2004 г.), касающихся сотрудничества в области охраны окружающей среды. В табл. 4 и 5¹ приводятся сведения о некоторых из них.

¹ Цит. по: Экологическое управление. М., 2005.

Таблица 4. Некоторые многосторонние соглашения (конвенции) в области охраны окружающей среды

Название соглашения (конвенции)	Цель	Основные положения
СИТЕС (Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения), 1973 г., Вашингтон, США	Охрана отдельных видов, находящихся под угрозой исчезновения, ввод системы таможенного контроля	Осуществление лицензирования торговых операций; проведение исследований по состоянию популяций охраняемых видов; создание сети национальных контрольных органов; взаимодействие природоохранных органов, таможенных служб, неправительственных организаций и частных лиц
Конвенция о запрещении военного или любого другого враждебного использования средств воздействия на окружающую среду, 1976 г., Женева, Швейцария	Достижение эффективного прогресса в принятии дальнейших мер по разоружению; запрет военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду в интересах будущих поколений	Запрет на военное или любое иное враждебное использование средств воздействия на природную среду, которое имеет широкие, долгосрочные или серьезные последствия, в качестве способов разрушения, нанесения ущерба или причинения вреда; обмен научной и технической информацией относительно средств воздействия; декларирование механизма консультаций и сотрудничества
Венская конвенция об охране озонового слоя, 1985 г., Вена, Австрия	Защита и охрана здоровья людей и окружающей среды от неблагоприятных воздействий, связанных с изменением в озоновом слое	Сотрудничество в области веществ и процессов, которые влияют на изменение состояния озонового слоя; создание альтернативных веществ и технологий; наблюдение за состоянием озонового слоя; международное сотрудничество и контроль

Продолжение табл. 4

Название соглашения (конвенции)	Цель	Основные положения
Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации, 1986 г., Вена, Австрия	Обеспечение высокого уровня безопасности при осуществлении ядерной деятельности, обеспечение мер, направленных на предотвращение ядерных аварий, сведение к минимуму последствий ядерной аварии	Обмен информацией, создание системы международной помощи при ядерной аварии при участии Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ); создание системы оказания медицинской помощи или временного переселения пострадавших и/или эвакуируемых лиц; порядок возмещения затрат и др.
Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, 1989 г., Базель, Швейцария	Обязательства сторон по сокращению трансграничного переноса отходов (по перечню Конвенции); максимальное снижение объема и токсичности опасных отходов; оказание помощи развивающимся странам	Запрет на вывоз и ввоз опасных отходов, координация действий правительственные организаций
Конвенция о биологическом разнообразии, 1992 г., Рио-де-Жанейро, Бразилия	Сохранение биологического разнообразия; устойчивое использование компонентов биологического разнообразия; справедливое распределение преимуществ (выгоды) от использования генетических ресурсов	Объявление принципа национального права на местные природные ресурсы с одновременным соблюдением прав других государств; сотрудничество в области сохранения биологического разнообразия в регионах, не попадающих под национальную юрисдикцию; ответственность государств за формирование и реализацию национальной стратегии, планов и программ по сохранению и рациональному использованию биологического разнообразия

Окончание табл. 4

Название соглашения (конвенции)	Цель	Основные положения
Рамочная конвенция ООН об изменении климата, 1992 г., Нью-Йорк, США	Добиться стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему; достижение указанного уровня в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата, позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе	Построение общей, но дифференцированной системы ответственности с учетом конкретных национальных и региональных приоритетов, целей и условий развития; создание национальных кадастров антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями, разработка и передача технологий, методов и процессов, приводящих к ограничению, снижению или прекращению антропогенных выбросов парниковых газов; содействие рациональному использованию поглотителей и накопителей всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, включая биомассу, леса и океаны и другие наземные, прибрежные и морские экосистемы и др.
Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и его уничтожении, 1993 г., Париж, Франция	Достижение эффективного прогресса в направлении всеобщего и полного разоружения под строгим и эффективным международным контролем, включая запрещение и ликвидацию всех видов оружия массового уничтожения; запрещение разработки, производства и накопления запасов бактериологического (бтологического) и токсинного оружия, их уничтожение; поощрение свободной торговли химикатами	Запрет на разработку, производство, приобретение, использование, накопление, сохранение и передачу химического оружия; выполнение обязательств по уничтожению химического оружия и объектов по его производству; обмен информацией и уведомлениями; разработка планов и мероприятий по уничтожению химического оружия, не затрагивающих интересы окружающей среды и частных лиц

Таблица 5. Некоторые региональные соглашения (конвенции) в области охраны окружающей среды

Название соглашения (конвенции)	Цель	Основные положения
ХЕЛКОМ (Конвенция по защите морской среды района Балтийского моря), 1974/1992 г., Хельсинки, Финляндия	Охрана и оздоровление морской среды региона Балтийского моря средствами регионального сотрудничества	Ограничение и контроль за проникновением в регион опасных и вредных веществ, включая загрязнение от наземных источников; предотвращение загрязнения от морских судов, отходов и использования морского дна, борьба с морскими загрязнениями
Конвенция по оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте, 1991 г., Эспо, Финляндия	Содействие устойчивому экономическому развитию; использование оценки воздействия на окружающую среду в качестве предупредительной меры против трансграничной деградации окружающей среды	Принятие стратегических, юридических и административных мер по контролю за негативным воздействием; введение системы уведомлений о негативных воздействиях; проведение исследований по улучшению методов оценки воздействия на окружающую среду
Конвенция о защите Черного моря от загрязнения, 1992 г., Бухарест, Румыния	Захиста морской среды Черного моря и сохранение его живых ресурсов	Предотвращение загрязнения морской среды Черного моря из любых наземных источников и источников водного базирования веществами или материалами, указанными в Конвенции; запрет на захоронение вредных веществ; регулирование деятельности на континентальном шельфе; определение мер по техническому сотрудничеству и мониторингу; создание системы ответственности
Конвенция по трансграничным последствиям промышленных аварий, 1992 г. Хельсинки, Финляндия	Защита человека и окружающей среды от промышленных аварий путем максимально возможного предотвращения таких аварий, снижение их частоты и уровня воздействия, а также смягчения последствий	Оказание взаимной помощи в случае аварии; сотрудничество в проведении научных исследований и разработок; обмен информацией и технологиями; определение основных методов при профилактике особенно опасных аварий и проведении ответных действий

Окончание табл. 5

Название соглашения (конвенции)	Цель	Основные положения
Конвенция о доступе к информации, участии в общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды, 1998 г., Орхус, Дания	Информирование общественности и привлечение ее к решению экологических проблем	Создание механизма участия общественности в принятие экологических решений, обеспечение прав граждан на здоровую окружающую среду

Имея общую границу с 14 государствами, Россия активно участвует в решении региональных экологических проблем. Российская Федерация осуществляет также активное сотрудничество с бывшими союзными республиками в рамках СНГ.

Следует особо остановиться на документе, известном как Киотский протокол. Он, в частности, включает методы подсчета парниковых газов и возможность торговли квотами на их эмиссию (т. е. на выброс в окружающую среду). В ноябре 2004 г. Российская Федерация приняла Федеральный закон «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата»¹. Согласно этому протоколу для каждой страны-участницы устанавливается уровень выброса парниковых газов — он должен быть на 5 % меньше, чем индустриальные выбросы углекислого газа в 1990 г. Если в какой-то период выбросы будут меньше установленного количества, то эта разница может быть «использована» в следующие периоды или выставлена на продажу.

Очевидно, что в результате реализации Киотского протокола будет, что называется, «рублем» (а точнее, валютой) стимулироваться снижение вклада в такое явление, как «парниковый эффект» (о котором мы говорили в разделе «Разнообразие окружающей среды»). Выгоды от внедрения прогрессивных с экологиче-

¹ Федеральный закон РФ от 04.11.2004 г. № 128-ФЗ «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата».

ской точки зрения технологий будут подкреплены возможностью получения прибыли от продажи квот.

Примечательно, что США отказались от участия в Киотском протоколе — они уже существенно превышают установленную для них квоту выброса парниковых газов, а со временем, по прогнозам, это превышение должно стать еще больше, и США придется приобретать квоты в других странах, тратя на это миллиарды долларов в год.

Контрольные вопросы

1. Какие международные организации в области охраны окружающей среды вы знаете?
2. Приведите примеры международных договоров и соглашений, затрагивающих проблемы окружающей среды.
3. К каким экономическим последствиям может привести принятие Киотского протокола?

Глава 9

ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Экологическое право относится к наиболее развивающимся отраслям права в Российской Федерации, и это отражает значимость экологических проблем.

Основным законом экологического права является Федеральный закон РФ № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г., другими не менее важными федеральными законами являются: об охране атмосферного воздуха, об отходах производства и потребления, об экологической экспертизе и т. п. В соответствии с ними принимаются иные нормативные правовых актов Российской Федерации и ее субъектов.

Конституция Российской Федерации 1993 г. гарантирует каждому гражданину право на благоприятную окружающую среду. В то же время каждый гражданин обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации.

В целом в экологическом законодательстве можно выделить три группы действующих законов:

1. Законодательство об окружающей среде как таковом.
2. Природно-ресурсное законодательство (Закон о недрах, Лесной кодекс, Земельный кодекс, Водный кодекс).

3. Законодательные акты других областей права (например, уголовная ответственность за экологические преступления предусматривается Уголовным кодексом РФ).

Основными нормативно-правовыми актами по охране окружающей среды являются стандарты.



Федеральный закон «Об охране окружающей среды» определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности. Само понятие экологической безопасности определяется как «состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий».

Закон охватывает многие аспекты охраны окружающей среды. Он определяет принципы охраны, ответственность и распределение полномочий, порядок регулирования и экономические меры и многие другие стороны.

Статья 11 Закона определяет права и обязанности граждан в области охраны окружающей среды. Полезно привести ее положения.

1. Каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду, на ее защиту от негативного воздействия, вызванного хозяйственной и иной деятельностью, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера, на достоверную информацию о состоянии окружающей среды и на возмещение вреда окружающей среде.

2. Граждане имеют право:

- создавать общественные объединения, фонды и иные некоммерческие организации, осуществляющие деятельность в области охраны окружающей среды;
- направлять обращения в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, иные организации и должностным лицам о получении своевременной, полной и достоверной информации о состоянии окружающей среды в местах своего проживания, мерах по ее охране;
- принимать участие в собраниях, митингах, демонстрациях, шествиях и пикетировании, сборе подписей под петициями, референдумах по вопросам охраны окружающей среды и в иных не противоречащих законодательству Российской Федерации акциях;
- выдвигать предложения о проведении общественной экологической экспертизы и участвовать в ее проведении в установленном порядке;
- оказывать содействие органам государственной власти Российской Федерации, органам государственной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления в решении вопросов охраны окружающей среды;
- обращаться в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления и иные организации с жалобами, заявлениями и предложениями по вопросам, касающимся охраны окружающей среды, негативного воздействия на окружающую среду, и получать своевременные и обоснованные ответы;

- предъявлять в суд иски о возмещении вреда окружающей среде;
- осуществлять другие предусмотренные законодательством права.

3. Граждане обязаны:

- сохранять природу и окружающую среду;
- бережно относиться к природе и природным богатствам;
- соблюдать иные требования законодательства.

Контрольные вопросы

1. Какие права и обязанности граждан в области охраны окружающей среды закреплены в Конституции Российской Федерации 1993 г.?
2. Назовите основные законы Российской Федерации в области экологического права.
3. Дайте определение понятия «экологическая безопасность».
4. Как регулируется законодательством право граждан создавать общественные организации, осуществляющие деятельность в области охраны окружающей среды? Какие организации вы знаете?

Глава 10

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

«Мы признаем, что искоренение нищеты, изменение моделей потребления и производства, а также охрана и рациональное использование природной ресурсной базы в интересах социально-экономического развития являются главнейшими целями и основными потребностями устойчивого развития». Это слова из Декларации, принятой участниками Всемирной встречи на Высшем уровне по устойчивому развитию, состоявшейся в Южноафриканском городе Йоханнесбурге в 2002 году.

Обеспокоенность указанной проблемой появилась еще несколько веков назад (теория Мальтуса), когда до истощения природных ресурсов было далеко. Большое влияние на формирование экологического сознания оказали работы академика В. И. Вернадского (его статья «О ноосфере», опубликованная в 1944 г. в журнале «Успехи современной биологии», полностью приведена в Приложении). В наши же дни с развитием новых технологий, ростом потребления, лежащим в основе роста уровня жизни, вопрос стал особенно острым.

В 1968 г. был организован Римский клуб — международная общественная организация. Согласно его правилам, действительными членами Клуба могут быть не более 100 человек из разных стран мира. Среди членов Клуба преобладают деятели науки и политики из развитых стран. Кроме действительных членов, есть почетные



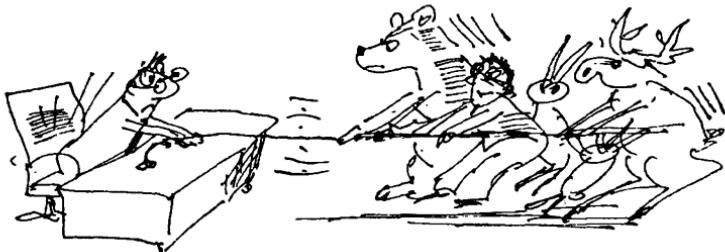
и ассоциированные члены. Его работе содействуют более 30 национальных ассоциаций. Такая Ассоциация была создана и в СССР в 1989 г., а после распада Советского Союза она преобразовалась в Российскую ассоциацию содействия Римскому клубу. В разное время Россию представляли государственные деятели М. С. Горбачев и Е. М. Примаков, писатель Ч. Т. Айтматов, известный ученый-физик С. П. Капица и другие.

По заказу Римского клуба готовятся доклады. Первым таким докладом в 1972 г. стала работа Д. Медоуза «Пределы роста». В этом докладе, подготовленном группой исследователей под руководством тридцатилетнего ученого, была сделана первая попытка количественной оценки процессов, происходящих на планете. Была построена модель, в которой взаимосвязаны население, капиталовложения, земное пространство, природные ресурсы, производство продуктов питания и загрязнение окружающей среды. Основные выводы прогноза свидетельствовали о реально существующей угрозе экологической катастрофы, раскрывали ее характер, механизм, и обосновывали необходимость разработки в связи с этим коллективных мер, направленных на создание устойчивой мировой системы. Со временем основное внимание Римского клуба стало уделяться не противоречиям между обществом и природой, а социальным и экономическим вопросам.

Следующим шагом стало проведение в 1972 г. Стокгольмской конференции. Для развития ее решений была создана специальная программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Результаты ее деятельности позволили подготовить в 1987 г. доклад «Наше общее будущее», в котором была сформулирована новая модель развития общества, получившая название «Модель устойчивого развития». Этот доклад был подготовлен Всемирной комиссией ООН по окружающей среде, возглавлявшейся премьер-министром Норвегии Гру Харлем Брундтланд; он известен как доклад Брундтланд.

В активнос употребление термин «устойчивое развитие» введен на состоявшейся в 1992 г. Рио-де-Жанейро Конференции ООН по окружающей среде и развитию. В Конференции приняли участие представители 178 стран, в том числе 114 глав государств и правительств.

Строго говоря, перевод с английского языка слов «sustainable development» как «устойчивое развитие» является не вполне



удачным. Несмотря на некоторое противоречие (устойчивость ассоциируется при восприятии скорее с состоянием покоя, нежели с развитием) по смыслу это понятие, взятое из биологии, подразумевает скорее «сбалансированное», «самоподдерживающее» развитие. Тем не менее, оно употребляется в принятой редакции.

Итак, что же такое устойчивое развитие?

Устойчивое развитие — развитие общества, которое позволяет удовлетворять потребности нынешних поколений, не нанося при этом ущерба возможностям, оставляемым в наследство будущим поколениям для удовлетворения их собственных потребностей (формулировка ООН).

В декларации Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию изложены 27 принципов, которыми призывают руководствоваться мировое сообщество на его пути к устойчивому развитию. Эти принципы объединяют в одно целое экономическую, социальную, экологическую и другие сферы человеческой деятельности. Вместе с тем, каждая страна, принимая свою национальную стратегию, старается их переосмыслить и внести свою совокупность принципов. Законодательство базируется на принципах устойчивого развития.

Из «Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию», утвержденной Конференцией ООН по окружающей среде и развитию 3—14 июня 1992 г.:

...

- Забота о людях занимает центральное место в усилиях по обеспечению устойчивого развития. Они имеют право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой.
- Право на развитие должно быть реализовано, чтобы обеспечить справедливое удовлетворение потребностей нынеш-

него и будущих поколений в областях развития и окружающей среды.

- Для достижения устойчивого развития защита окружающей среды должна составлять неотъемлемую часть процесса развития и не может рассматриваться в отрыве от него.
- Государства принимают эффективные законодательные акты в области окружающей среды. Экологические стандарты, цели регламентации и приоритеты должны отражать экологические условия и условия развития, в которых они применяются.
- В целях защиты окружающей среды государства в соответствии со своими возможностями широко применяют принцип принятия мер предосторожности.
- Государства немедленно уведомляют другие государства о любых стихийных бедствиях или других чрезвычайных ситуациях, которые могут привести к неожиданным вредным последствиям для окружающей среды в этих государствах. Международное сообщество делает все возможное для оказания помощи пострадавшим от этого государствам.
- Следует мобилизовать творческие силы, идеалы и мужество молодежи мира в целях формирования глобального партнерства, с тем чтобы достичь устойчивого развития и обеспечить лучшее будущее для всех.
- Мир, развитие и охрана окружающей среды взаимозависимы и неразделимы.

...

Среди важных документов (его можно считать основным), принятых в Рио-де-Жанейро — «Повестка дня на XXI век». Она начинается словами:

«Человечество переживает решающий момент своей истории. Мы сталкиваемся с проблемой увековечения диспропорций как между странами, так и в рамках отдельных стран, обостряющимися проблемами нищеты, голода, ухудшения здоровья населения и неграмотности и с продолжающимся ухудшением состояния экосистем, от которых зависит наше благосостояние. Однако комплексный подход к проблемам окружающей среды и развития и уделение им

большего внимания будут способствовать удовлетворению основных потребностей, повышению уровня жизни всего населения, способствовать более эффективной охране и рациональному использованию экосистем и обеспечению более безопасного и благополучного будущего. Ни одна страна не в состоянии добиться этого в одиночку; однако мы можем достичь этого совместными усилиями — на основе глобального партнерства в интересах обеспечения устойчивого развития.»

«Повестка дня на XXI век» называет движущие силы перемен в окружающей среде: население, потребление и технологии. Рассматриваются социальные и экономические аспекты развития — необходимость борьбы с нищетой и возможность для беднейших стран доступа к ресурсам, необходимым для стабильной жизни, изменение структуры потребления, охрана здоровья человека. Сохранение и рациональное использование ресурсов подразумевает такие меры (они перечислены в документе), как защита атмосферы, рациональное использование земельных ресурсов, сохранение лесов, защита горных экосистем, океанов, морей и прибрежных районов, водных ресурсов, сохранение биологического разнообразия. Подчеркивается необходимость развития экологически безопасных биотехнологий, управления использованием токсичных химических веществ, удаления опасных отходов, в том числе, радиоактивных. Эти и другие меры требуют осуществления не только на глобальном, но и на местном, региональном уровне при широком участии разных групп населения — представителей деловых кругов, профсоюзных организаций, молодежи, женщин, местных властей, неправительственных общественных организаций, деятелей науки.

«Повестка дня на XXI век» призывает правительства принять собственные национальные стратегии устойчивого развития. Только партнерство в глобальном масштабе может принести всем народам безопасное и обеспеченное будущее. Другой планеты у нас нет.

Самым большим достижением за прошедшие годы является внедрение концепции устойчивого развития в экологическое сознание, учет ее при разработке законодательных актов. Уже более 120 государств имеют свои планы и программы устойчивого развития. Тем не менее, сделанного явно недостаточно.

Экономическое неравенство, существующее на Земле, можно рассматривать и с экологической точки зрения. 20 % насе-

ния потребляют на сегодняшний день 80 % ресурсов. Если бы уровень жизни всех людей на Земле сравнялся с уровнем жизни среднестатистического канадца, на поддержание его потребовалось бы три планеты. Затраты на жизнеобеспечение одного ребенка в США в 100 раз превышают таковые для беднейших стран. Средний американец потребляет в 4 с лишним раза больше энергии, чем усредненный житель планеты, тратит в три раза больше воды, выбрасывает в два раза больше мусора и вырабатывает в пять раз больше углекислого газа. По мнению аналитиков, опасность состоит в том, что развивающийся мир начинает также бессмысленно тратить ресурсы.

Какова взаимосвязь между демографическими процессами, природными ресурсами и системами, обеспечивающими поддержание жизни, с учетом различий, обусловленных, в частности, неодинаковым уровнем развития? Этот вопрос ставится в «Повестке дня на XXI век». Отмечается, что рост численности населения мира и масштабов производства в сочетании с нерациональными структурами потребления все более тяжелым бременем ложится на жизнеобеспечивающий потенциал нашей планеты.

Демографические изменения нельзя трактовать однозначно. С одной стороны, идет рост численности человечества. Около 100 тыс. лет назад на Земле насчитывалось примерно 2 млн жителей. К началу новой эры, 2 тыс. лет назад население составляло более 100 млн. XX в. встретил уже миллиард человек, а всего за 100 лет (в 2000 г.) численность человечества увеличилась в шесть раз и составила 6 млрд.

На фоне такого роста демографы развитых стран бьют тревогу: население стремительно стареет, рождаемость отстает от смертности, происходит депопуляция — вымирание.

Еще в давние времена численность сообщества (племени) должна была обеспечить его существование. Робинзону Крузо на необитаемом острове одному было неимоверно тяжело разводить коз, выращивать урожай, заботиться о жилище. Человек — биологи-



ческий вид, и законы, регулирующие численность популяции, «работают» и в отношении человека. В то же время, социальная сущность человека вносит свои корректизы, и они очень существенны.

При отсутствии достаточных социальных гарантий со стороны государства забота о пожилых людях — долг их детей, поэтому наличие детей становится необходимым условием существования в старости. Высокая детская смертность, характерная для бедных стран, обуславливает высокую рождаемость, а довольно низкий уровень потребления позволяет обеспечить жизнь семьи. С ростом уровня жизни рождаемость не повышается, а, напротив, понижается (это наблюдается во всех развитых странах). Иной образ жизни, доступность медицинской помощи приводит к изменению возрастного состава населения — старению популяции, которая в изменившихся условиях стремится прийти к новому состоянию равновесия.

В 90-х годах прошлого века появились публикации, в которых демонстрировалось критическое отношение к утверждению Римского клуба о неограниченном росте населения и истощению резервов. Высказывалось мнение, что резкий рост населения — это проявление так называемого демографического перехода, т. е. резкое увеличение скорости роста популяции, которое затем сменится падением численности, после чего наступит стабилизация. В развитых странах этот процесс роста и уменьшения уже произошел, а развивающимся — еще только предстоит пройти этот путь. Другие авторы полагают, что смертность людей подчиняется волнобразному закону.

Серьезная опасность заключается в том, что «общество потребления», характерное для капиталистического развития, представляет проблему с точки зрения истощения природных ресурсов. Если в старые времена предметы быта служили не одному поколению, то в наши дни моральное старение вещей происходит намного раньше их физического износа. И речь идет не только об одежде, обуви или моделях сотовых телефонов, но и о так называемых предметах длительного пользования, само название которых не предполагает их быстрой замены только потому, что они «вышли из моды». Производители, в свою очередь, не стремятся к созданию надежных товаров, стремясь обеспечить рынок сбыта для следующих моделей, не всегда, за-

метим, заботясь и об утилизации выброшенных использованных вещей.

Наверное, у молодого поколения вызывает улыбку привязанность бабушек и дедушек к старым вещам, пусть немодным, но очень крепким и удобным. С точки зрения обеспечения устойчивого развития, их консервативный подход более «экологичен».

Когда европейцы достигли новых земель, они выменивали у доверчивых аборигенов на золото яркие дешевые побрякушки. Не ведем ли мы себя подобно дикарям? Реализация принципов устойчивого развития требует корректировки жизненных ценностей.

* * *

Когда-то было популярно высказывание знаменитого селекционера И. В. Мичурина: «Мы не можем ждать милостей от природы, взять их у нее — наша задача». Кто-то понял его слишком однозначно — как говорится, после нас хоть трава не расти. Самое ужасное, что трава и действительно не будет расти в безжизненной пустыне.

Для того чтобы не погибнуть, человечество должно бережно относиться к окружающей природе. Если сейчас «промотать» этот бесценный дар, перешедший к нам от предыдущих поколений, мы оставим своим потомкам разоренную планету. Нельзя уподобляться свинье под дубом из известной басни И. А. Крылова, поедающей желуди и при этом невозмутимо губящей дуб, не которым они произрастают.

Будем надеяться, что человечество еще не прошло «точку невозврата».

Контрольные вопросы

1. Как появилось понятие «устойчивое развитие»?
2. В чем заключается основная деятельность Римского клуба? Назовите некоторых его членов.
3. Какую роль играют экологические проблемы в рамках устойчивого развития?
4. Какие основные вопросы затрагивает документ «Повестка дня на XXI век»?
5. Какую опасность представляет «общество потребления» с экологической точки зрения?

Тест

(возможно несколько правильных ответов)

1. *Основные цели и потребности устойчивого развития:*

- а) искоренение нищеты;
- б) изменение моделей потребления и производства;
- в) регулирование рождаемости и проведение евгенических мероприятий;
- г) охрана и рациональное использование природной ресурсной базы в интересах социально-экономического развития.

2. *Римский клуб — это...*

- а) международная общественная организация, деятельность которой способствует осуществлению принципов устойчивого развития;
- б) международная общественная организация, организованная в Ватикане и способствующая распространению католичества;
- в) международная общественная организация, объединяющая любителей древней истории.

3. *«Повестка дня на 21 век» — это...*

- а) повесть Стругацких;
- б) документ, принятый в Рио-де-Жанейро и излагающий принципы, которыми призвано руководствоваться мировое сообщество на его пути к устойчивому развитию;
- в) двустороннее соглашение между Россией и США в области космических исследований;
- г) программа развития атомной энергетики в странах ЕС.

4. *«Общество потребления»:*

- а) осуществляет деятельность по защите прав потребителей;
- б) приводит к нерациональному расходованию природных ресурсов;
- в) определяет на законодательном уровне «потребительскую корзину».

Методические замечания

Учебное пособие подготовлено для студентов средних специальных учебных заведений (колледжей). Учебный курс рассчитан на 32 часа (16 занятий) и разработан в соответствии со стандартом ЕН.03. Предусмотренные данным стандартом вопросы распределены по разделам учебного пособия следующим образом:

- *особенности взаимодействия общества и природы* — Введение;
- *природоресурсный потенциал, принципы и методы рационального природопользования* — темы «Мониторинг и управление окружающей средой»/«Обращение с отходами»;
- *размещение производства и проблема отходов* — темы «Техногенное воздействие на окружающую среду»/«Обращение с отходами»;
- *понятие мониторинга окружающей среды, экологическое регулирование, прогнозирование последствий природопользования* — темы «Мониторинг и управление окружающей средой»/«Понятие риска. Нормирование»;
- *правовые и социальные вопросы природопользования* — темы «Мониторинг и управление окружающей средой»/«Законодательство Российской Федерации в области охраны окружающей среды»/«Международное сотрудничество»;
- *охраняемые природные территории* — тема «Особо охраняемые природные территории»;
- *концепция устойчивого развития* — тема «Устойчивое развитие»;
- *международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей среды* — тема «Международное сотрудничество».

Кроме предусмотренных стандартом вопросов, в пособие включены темы «Разнообразие окружающей среды» и «Окружающая среда и здоровье человека».

Авторы не ставили перед собой задачу привести большое число специальных сведений. Более важным представляется формирование у учащихся основ экологического мышления, понимания неоднозначности происходящих процессов.

Предлагается организовать учебный процесс следующим образом.

Первое занятие — знакомство с курсом. Предполагается, что на каждом занятии будет рассмотрен отдельный раздел учебного пособия. Исключение составляет раздел «Окружающая среда и здоровье человека» — его целесообразно изучать на двух или трех занятиях. Возможно объединение разделов «Законодательство Российской Федерации в области охраны окружающей среды» и «Международное сотрудничество». Последнее занятие — итоговое (зачетное).

Несколько занятий отводится на самостоятельную работу учащихся. Предполагается организовать доклады, обсуждения. Представляет интерес такая форма работы, как ролевые игры. Например, выдвигается тезис, который одна группа учащихся должна подтверждать, а другая — опровергать. Победителем считается не тот, чья точка зрения будет «правильной» с точки зрения судей, а тот, кто сумеет быть более убедительным и привести наиболее веские аргументы.

Возможны и такие формы, как организация наблюдений: например, сопоставление температуры воздуха и других показателей в своем учебном заведении с заболеваемостью учащихся. Или, например, разработка концепции автомобиля будущего.

В конце каждого раздела приводятся контрольные вопросы для закрепления материала и тесты; для Введения и тем «Международное сотрудничество» и «Законодательство Российской Федерации в области охраны окружающей среды» тесты не предусмотрены. Следует обратить внимание на то, что в тестах возможно несколько правильных ответов.

Примерные темы докладов и рефератов:

- Ноосфера: новое мышление.
- Киотский протокол: за и против.
- Безотходные производства или экологическая катастрофа?

- Устойчивое развитие — необходимое условие сохранения цивилизации.
- Человек как биологический вид: возможна ли эволюция?
- Особо охраняемые территории. Проблема выживания.
- Экологические факторы и отбор.
- Демографические проблемы и качество жизни.
- Экономические рычаги воздействия на безопасность производства.
- Изменения климата: мифы и реальность.
- Альтернативные источники энергии.
- Красная книга нашего региона.
- Новые технологии и их экологическая безопасность.
- Есть или не есть? Генетически модифицированные ингредиенты и их использование в продуктах питания.
- Проблема отходов. Рациональность упаковки продукции.
- «Парниковый эффект» — причины возникновения. Методы борьбы.
- Дом, который построен из... или Строительные материалы и их воздействие на организм человека.
- «Шумовая болезнь». Воздействие шума на организм человека.
- Автомобиль будущего: альтернативные виды топлива.

Разумеется, этот список далеко не исчерпывает все возможные темы. Например, целесообразно подготовить доклады, описывающие природу различных районов Земли, заповедники и заказники и т. д. Некоторые темы желательно дополнить просмотром учебных фильмов.

Ответы

Тема 1: 1 — б; 2 — а, б, в, г, д; 3 — а, б; 4 — а; 5 — в.

Тема 2: 1 — а, б; 2 — а; 3 — а, в, б; 4 — б, в, г.

Тема 3: 1 — а, б, в; 2 — а, б, в; 3 — а, б, в, г; 4 — а, б, д, е; 5 — в, г; 6 — б, г, д, е.

Тема 4: 1 — б; 2 — а, б, г; 3 — а, б; 4 — а, б, в; 5 — г, д, е.

Тема 5: 1 — г; 2 — г, ж; 3 — б; 4 — а; 5 — а, б, в, г; 6 — б, в, г, е; 7 — а, б.

Тема 6: 1 — б, г, д, е; 2 — д; 3 — в, г; 4 — а.

Тема 7: 1 — а, в; 2 — б; 3 — б; 4 — а, г; 5 — а, в.

Тема 10: 1 — а, б, г; 2 — а; 3 — б; 4 — б.

ОБЗОРНЫЕ И ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СТАТЬИНЕСКОЛЬКО СЛОВ О НООСФЕРЕ¹

В. И. ВЕРНАДСКИЙ (Москва)

1. Мы приближаемся к решающему моменту во второй мировой войне. Она возобновилась в Европе после 21-годового перерыва — в 1939 г. и длится в Западной Европе пять лет, а у нас, в Восточной Европе, три года. На Дальнем Востоке она возобновилась раньше — в 1931 г.—и длится уже 13 лет.

В истории человечества и в биосфере вообще война такой мощности, длительности и силы не было в явление.

К тому же ей предшествовала тесно с ней связанная причинно, но значительно менее мощная, первая мировая война с 1914 до 1918 г.

В нашей стране эта первая мировая война привела к новой — исторически небывалой — форме государственности не только в области экономической, но и в области национальных стремлений.

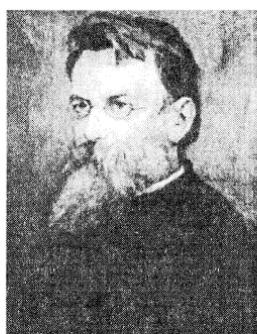
С точки зрения натуралиста (а думаю, и историка) можно и должно рассматривать исторические явления такой мощности как единый большой земной геологический, а не только исторический процесс.

Первая мировая война 1914—1918 гг. лично в моей научной работе отразилась самым решающим образом. Она изменила в корне мое геологическое миропонимание.

В атмосфере этой войны я подошел в геологии к новому для меня и для других и тогда забытому пониманию природы — к геохимическому и к биогеохимическому, охватывающему и косную и живую природу с одной и той же точки зрения².

2. Я провел годы первой мировой войны в непрерывной научно-творческой работе; неуклонно продолжаю ее в том же направлении и до сих пор.

28 лет назад, в 1915 г., в Российской Академии Наук в Петрограде была образована академическая «Комиссия по изучению производительных сил» нашей страны, так называемый КЕПС (председателем которого я был), сыгравшая заметную роль в критиче-



ское время первой мировой войны. Ибо для Академии Наук совершенно неожиданно в разгаре войны выяснилось, что в царской России не было точных данных о так называемом теперь стратегическом сырье, и нам пришлось быстро сводить воедино рассеянные данные и быстро покрывать недочеты нашего знания³.

Подходя геохимически и биогеохимически к изучению геологических явлений, мы охватывали всю окружающую нас природу в одном и том же атомном аспекте. Это как раз — бессознательно для меня — совпало с тем, что, как оказалось теперь, характеризует науку XX в. и отличает ее от прошлых веков. XX век есть век научного атомизма.

Все эти годы, где бы я ни был, я был охвачен мыслью о геохимических и биогеохимических проявлениях в окружающей меня природе (в биосфере). Наблюдая ее, я в то же время направил интенсивно и систематически в эту сторону и свое чтение и свое размышление.

Получаемые мною результаты я излагал постепенно, как они складывались, в виде лекций и докладов, в тех городах, где мне пришлось в то время жить: в Ялте, в Полтаве, в Киеве, в Симферополе, в Новороссийске, в Ростове и других.

Кроме того, всюду почти — во всех городах, где мне пришлось жить, — я читал все, что можно было в этом аспекте, в широком его понимании, достать.

Стоя на эмпирической почве, я оставил в стороне, сколько был в состоянии, всякие философские искания и старался опираться только на точно установленные научные и эмпирические факты и обобщения, изредка допуская рабочие научные гипотезы. Это надо иметь в виду в дальнейшем.

В связи со всем этим в явления жизни я ввел вместо понятия «жизнь» понятие «живого вещества», сейчас, мне кажется, прочно утвердившееся в науке. «Живое вещество» есть совокупность живых организмов. Это не что иное, как научное, эмпирическое обобщение всем известных и легко и точно наблюдаемых бесчисленных, эмпирически бесспорных фактов.

Понятие «жизнь» всегда выходит за пределы понятия «живое вещество» в области философии, фольклора, религии, художественного творчества. Это все отпало в «живом веществе».

3. В гуще, в интенсивности и в сложности современной жизни человек практически забывает, что он сам и все человечество, от которого он не может быть отделен, неразрывно связаны с биосферой — с определенной частью планеты, на которой они живут. Они геологически закономерно связаны с ее материально-энергетической структурой.

В общежитии обычно говорят о человеке как о свободно живущем и передвигающемся на нашей планете индивидууме, который свободно строит свою историю. До сих пор историки, вообще научные гуманитарных наук, а в известной мере и биологи, сознательно не считаются с законами природы биосферы — той земной оболочки, где может только существовать жизнь. Стихийно человек от нее не отделим. И эта неразрывность только теперь начинает перед нами точно выясняться.

В действительности, ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится. Все эти организмы неразрывно и непрерывно связаны — прежде всего питанием и дыханием — с окружающей их материально-энергетической средой. Вне ее в природных условиях они существовать не могут.

Замечательный петербургский академик, всю свою жизнь отдавший России, Каспар Вольф (1733—1794) в год Великой французской революции (1789) ярко выразил это в книге, напечатанной по-немецки в Петербурге «Об особенной и действенной силе, свойственной растительной и животной субстанциям»⁴. Он опирался на Ньютона, а не на Декарта, как огромное большинство биологов в его время.

4. Человечество, как живое вещество, неразрывно связано с материально-энергетическими процессами определенной геологической оболочки земли — с ее биосферой⁵. Оно не может физически быть от нее независимым ни на одну минуту.

Понятие «биосфера», т. е. «области жизни», введено было в биологию Ламарком (1744—1829) в Париже в начале XIX в., а в геологию Э. Зюссом (1831—1914) в Вене в конце того же века.

В нашем столетии биосфера получает совершенно новое понимание. Она выявляется как планетное явление космического характера.

В биогеохимии нам приходится считаться с тем, что жизнь (живые организмы) реально существует не только на одной нашей планете, не только в земной биосфере. Это установлено сейчас, мне кажется, без сомнений пока для всех так называемых «земных планет», т. е. для Венеры, Земли и Марса⁶.

5. В Биогеохимической лаборатории Академии Наук в Москве, ныне переименованной в Лабораторию геохимических проблем, в сотрудничестве с академическим же Институтом микробиологии (директор — член-корр. Академии Наук Б. Л. Исаченко) мы поставили проблему о космической жизни еще в 1940 г., как текущую научную задачу⁷.

В связи с военными событиями эта работа была приостановлена и будет возобновлена при первой возможности.

В архивах науки, в том числе и нашей, мысль о жизни как о космическом явлении существовала уже давно. Столетия назад, в конце XVII в. голландский ученый Христиан Гюйгенс (1629—1695) в своей предсмертной работе, в книге «Космотеорос», вышедшей в свет уже после его смерти, научно выдвинул эту проблему.

Книга эта была дважды, по инициативе Петра I, издана на русском языке под заглавием «Книга мирозрения» в первой четверти XVIII в.⁸

Гюйгенс в ней установил научное обобщение, что «жизнь есть космическое явление, в чем-то резко отличное от косной материи». Это обобщение я назвал недавно «принципом Гюйгенса»⁹.

Живое вещество по весу составляет ничтожную часть планеты. По-видимому, это наблюдается в течение всего геологического времени, т. е. геологически ¹⁰вечно.

Оно сосредоточено в тонкой, более или менее сплошной, пленке на поверхности суши в тропосфере — в лесах и в полях — и проникает весь океан. Количество его исчисляется долями, не превышающими десятых долей процента биосферы по весу, порядка, близкого к 0,25 %. На суше оно идет не в сплошных скоплениях на глубину в среднем, вероятно, меньше 3 км. Вне биосферы его нет.

В ходе геологического времени оно закономерно изменяется морфологически. История живого вещества в ходе времени выражается в медленном изменении форм жизни, форм живых организмов, генетически между собой непрерывно связанных, от одного поколения к другому, без перерыва.

Веками эта мысль поднималась в научных исканиях; в 1859 г. она, наконец, получила прочное обоснование в великих достижениях Ч. Дарвина (1809—1882) и А. Уоллеса (1822—1913). Она вылилась в учение об эволюции видов — растений и животных, в том числе и человека.

Эволюционный процесс присущ только живому веществу. В косном веществе нашей планеты нет его проявлений. Те же самые минералы и горные породы образовывались в криптозойской эре¹¹, какие образуются и теперь. Исключением являются биокосные природные тела¹², всегда связанные так или иначе с живым веществом.

Изменение морфологического строения живого вещества, наблюдавшееся в процессе эволюции, в ходе геологического времени, неизбежно приводит к изменению его химического состава. Этот вопрос сейчас требует экспериментальной проверки. Проблема эта поставлена нами в план работ 1944 г. совместно с Палеонтологическим институтом Академии Наук.

6. Если количество живого вещества теряется перед косной и биокосной массами биосфера, то биогенные породы (т. е. созданные живым веществом) составляют огромную часть ее массы, идут далеко за пределы биосферы.

Учитывая явления метаморфизма, они превращаются, теряя всякие следы жизни, в гранитную оболочку, выходят из биосферы. Гранитная оболочка Земли есть область былых биосфер¹³. В замечательной по многим мыслям книге Ламарка «Hydrogeologie» (1802) живое вещество, как я его понимаю, являлось создателем главных горных пород нашей планеты. Ж. Б. Ламарк де-Монне (1744—1829) до самой смерти не принимал открытий Лавуазье (1743—1794). Но другой крупнейший химик Ж. Б. Дюма, его младший современник (1800—1884), много занимавшийся химией живого вещества, долго держался представлений о количественном значении живого вещества в строении горных пород биосферы.

7. Младшие современники Ч. Дарвина — Д. Д. Дана (1813—1895) и Д. Ле-Конт (1823—1901), два крупнейших североамериканских геолога (а Dana к тому же минералог и биолог) выявили еще до 1859 г. эмпирическое обобщение, которое показывает, что эволюция живого вещества идет в определенном направлении.

Это явление было названо Dana «цефализацией», а Ле-Контом «психозойской эрой». Д. Д. Dana, подобно Дарвину, пришел к этой мысли, к этому пониманию живой природы во время своего кругосветного путешествия, которое он начал через два года после возвращения в Лондон Ч. Дарвина, т. е. в 1838 г., и которое продолжалось до 1842 г.

Нельзя здесь не отметить, что экспедиция, во время которой Dana пришел к своим выводам о цефализации, о коралловых островах и т. д., фактически исторически тесно связана с исследованиями Тихого океана — океаническими путешествиями русских моряков, главным образом Крузенштерна (1770—1846). Изданые на немецком языке, они заставили американца Джона Рейнольдса (адвоката) добиваться организации такой же американской первой морской научной экспедиции. Он начал добиваться этого в 1827 г., когда появилось описание экспедиции Крузенштерна на немецком языке¹⁴. Только в 1838 г., через одиннадцать лет, благодаря его настойчивости, эта экспедиция состоялась. Это была экспедиция Уилькиса (Wilkes), окончательно доказавшая существование Антарктики¹⁵.

8. Эмпирические представления о направленности эволюционного процесса — без попыток теоретически их обосновать — идут глубже, в XVIII в. Уже Бюффон (1707—1788) говорил о царстве

человека, в котором он живет, основываясь на геологическом значении человека.

Эволюционная идея была ему чужда. Она была чужда и Л. Агассицу (1807—1873), введшему в науку идею о ледниковом периоде. Агассиц жил уже в эпоху бурного расцвета геологии. Он считал, что геологически наступило царство человека, но из богословских представлений высказывался против эволюционной теории. Ле-Конт указывает, что Дана, стоявший раньше на точке зрения, близкой к Агассицу, В последние годы жизни принял идею эволюции в ее тогда обычном, дарвиновском) понимании¹⁶. Разница между представлениями о «психо-зойской эре» Ле-Конта и «цефализацией» Дана исчезла.

К сожалению, в нашей стране особенно, это крупное эмпирическое обобщение до сих пор остается вне кругозора биологов.

Правильность принципа Дана (психозойская эра Ле-Конта), который оказался вне кругозора наших палеонтологов, может быть легко проверена теми, кто захочет это сделать, по любому современному курсу палеонтологии. Он охватывает не. только все животное царство, но ярко проявляется и в отдельных типах животных.

Дана указал, что в ходе геологического времени, говоря современным языком, т. е. на протяжении двух миллиардов лет, по крайней мере, а наверное много больше, наблюдается (скакками) усовершенствование — рост — центральной нервной системы, (мозга), начиная от ракообразных, на которых эмпирически и установил свой принцип Dana, и от моллюсков (головоногих) и кончая человеком. Это явление и названо им цефализацией. Раз достигнутый уровень мозга (центральной нервной системы) в достигнутой эволюции не идет уже вспять, только вперед.

9. Исходя из геологической роли человека, А. П. Павлов (1854—1929) в последние годы своей жизни говорил об антропогенной эре, нами теперь переживаемой. Он не учитывал возможности тех разрушений духовных и материальных ценностей, которые мы сейчас переживаем вследствие варварского нашествия немцев и их союзников, через десять с небольшим лет после его смерти, но он правильно подчеркнул, что человек на наших глазах становится могучей геологической силой, все растущей.

Эта геологическая сила сложилась геологически длительно, для человека совершенно незаметно. С этим совпало изменение (материальное прежде всего) положения человека на нашей планете.

В XX в., впервые в истории Земли, человек узнал и охватил всю биосферу, закончил географическую карту планеты Земли, расселился по всей ее поверхности. Человечество своей жизнью стало единственным целым. Нет ни одного клочка Земли, где бы человек не мог прожить, если бы это было ему нужно. Наше пребыва-

ние в 1937—1938 гг. на пловучих льдах Северного полюса это ярко доказало. И одновременно с этим, благодаря мощной технике и успехам научного мышления, благодаря радио и телевидению, человек может мгновенно говорить в любой точке нашей планеты с кем угодно. Перелеты и перевозки достигли скорости нескольких сот километров в час и на этом они еще не остановились.

Все это результат цефализации Дана (1856), роста человеческого мозга и направляемого им) его труда.

В ярком образе экономист Л. Брентано иллюстрировал планетную значимость этого явления. Он подсчитал, что если бы каждому человеку дать один квадратный метр и поставить всех людей рядом, они не заняли бы даже всей площади маленького Боденского озера на границе Баварии и Швейцарии. Остальная поверхность Земли осталась бы пустой от человека. Таким образом, все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом, с его разумом и направленным этим разумом его трудом).

В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление.

10. Геологический эволюционный процесс отвечает биологическому единству и равенству всех людей — Homo sapiens и его геологических предков *Sinanthropus* и др., потомство которых для белых, красных, желтых и черных рас — любым образом среди них всех — развивается безостановочно в бесчисленных поколениях. Это — закон природы. Все расы между собой скрещиваются и дают плодовитое потомство¹⁷.

В историческом состязании, например в войне такого масштаба, как нынешняя, в конце концов побеждает тот, кто этому закону следует. Нельзя безнаказанно ити против принципа единства всех людей как закона природы. Я употребляю здесь понятие «закон природы», как это теперь все больше входит в жизнь в области физико-химических наук, как точно установленное эмпирическое обобщение.

Исторический процесс на наших глазах коренным образом меняется. Впервые в истории человечества интересы народных масс — в **всех и каждого** — и свободной мысли личности определяют жизнь человечества, являются мерилом его представлений о справедливости. Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого.

Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть «ноосфера».

11 В 1922/23 г. на лекциях в Сорbonne в Париже я принял как основу биосферы биогеохимические явления. Часть этих лекций была напечатана в моей книге «Очерки геохимии»¹⁸.

Приняв установленную мною биогеохимическую основу биосферы за исходное, французский математик и философ бергсонианец Е. Ле-Руа в своих лекциях в Коллеж де Франс в Париже ввел в 1927 г. понятие «ноосфера»¹⁹ как современной стадии, геологически переживаемой биосферой. Он подчеркивал при этом, что он пришел к такому представлению вместе со своим другом, крупнейшим геологом и палеонтологом Тельяром де-Шарден, работающим теперь в Китае.

12. Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслию область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше. Перед ним открываются все более и более широкие творческие возможности. И, может быть, поколение моей внучки уже приблизится к их расцвету.

Здесь перед нами встала новая загадка. Мышль не есть форма энергии. Как же может она изменять материальные процессы? Вопрос этот до сих пор научно не разрешен. Его поставил впервые, сколько я знаю, американский ученый, родившийся во Львове, математик и биофизик Альфред Лотка²⁰. Но решить его он не мог.

Как правильно сказал некогда Гете (1749—1832) — не только великий поэт, но и великий ученый, — в науке мы можем знать только, как произошло что-нибудь, а не почему и для чего.

Эмпирические результаты такого «непонятного» процесса мы видим кругом нас на каждом шагу.

Минералогическая редкость — самородное железо — вырабатывается теперь в миллиардах тонн. Никогда не существовавший на нашей планете самородный алюминий производится теперь в любых количествах. То же самое имеет место по отношению к почти бесчисленному множеству вновь создаваемых на нашей планете искусственных химических соединений (биогенных культурных минералов). Масса таких искусственных минералов непрерывно возрастает. Все стратегическое сырье относится сюда.

Лик планеты — биосфера — химически резко меняется человеком сознательно и главным образом бессознательно. Меняется человеком физически и химически воздушная оболочка суши, все ее природные воды.

В результате роста человеческой культуры в XX в. все более резко стали меняться (химически и биологически) прибрежные моря и части океана.

Человек должен теперь принимать все большие и большие меры к тому, чтобы сохранить для будущих поколений никому не принадлежащие морские богатства.

Сверх того человеком создаются новые виды и расы животных и растений.

В будущем нам рисуются как возможные сказочные мечтания: человек стремится выйти за пределы своей планеты в космическое пространство. И, вероятно, выйдет.

В настоящее время мы не можем не считаться с тем, что в переживаемой нами великой исторической трагедии мы пошли по правильному пути, который отвечает ноосфере.

Историк и государственный деятель только подходят к охвату явлений природы с этой точки зрения. Очень интересен в этом отношении подход к этой проблеме, как историка и государственного деятеля, Уинстона С. Черчилля (1932)²¹.

13. Ноосфера — последнее из многих состояний эволюции биосфера в геологической истории — состояние наших дней. Ход этого процесса только начинает нам выясняться из изучения ее геологического прошлого в некоторых своих аспектах.

Приведу несколько примеров. Пятьсот миллионов лет тому назад, в кембрийской геологической эре, впервые в биосфере появились богатые кальцием скелетные образования животных, а растений больше двух миллиардов лет тому назад. Это — кальциевая функция живого вещества, ныне мощно развитая, — была одна из важнейших эволюционных стадий геологического изменения биосферы²².

Не менее важное изменение биосферы произошло 70—110 миллионов лет тому назад, во время меловой системы и, особенно, третичной. В эту эпоху впервые создались в биосфере наши зеленые леса, всем нам родные и близкие. Это — другая большая эволюционная стадия, аналогичная ноосфере. Вероятно в этих лесах эволюционным путем появился человек около 15—20 миллионов лет тому назад.

Сейчас мы переживаем новое геологическое эволюционное изменение биосферы. Мы входим в ноосферу.

Мы вступаем в нее — в новый стихийный геологический процесс — в грозное время, в эпоху разрушительной мировой войны.

Но важен для нас факт, что идеалы нашей демократии идут в унисон со стихийным геологическим процессом, с законами природы, отвечают ноосфере.

Можно смотреть поэтому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим.

Примечания

¹ В третьей части моей подготавляемой к печати книги «Химическое строение биосфера Земли как планеты и ее окружения» я касаюсь вопроса о ноосфере более подробно.

² Любопытно, что я столкнулся при этом с забытыми мыслями оригинального баварского химика Х. Шенбейна (1799—1868) и его друга, гениального английского физика М. Фараадея (1791—1867). В начале 1840-х годов Шенбейн печатно доказывал, что в геологии должна быть создана новая область — геохимия, как он ее тогда же называл (см. В. Вернадский. Очерки геохимии, 4-е изд., М.—Л., 1934, стр. 14, 290).

³ О значении КЕПС см. А. Е. Ферсман. Война и стратегическое сырье, Красноуфимск, 1941, стр. 48.

⁴ С. Wolf, Von d. eigenthuml. Kraft d. vegetabl., sowohl auch d. animal. Substanz als Erlauterung zweier Preisschriften über d. Nutritionskraft, Pet., 1789.

К сожалению, до сих пор оставшиеся после К. Вольфа рукописи не изучены и не изданы. В 1927 г. Комиссией по истории знаний при Академии Наук СССР эта задача была поставлена, но не могла быть доведена до конца.

⁵ О биосфере см. В. Вернадский. Очерки геохимии. 4-е изд., М.—Л., указатель. Его же, Биосфера. II, 1926, франц. изд., Париж, 1929.

⁶ См. мою статью «Геологические оболочки Земли как планеты», Изв. АН, сер. геогр. и геоф., 1942, 6, стр. 251. См. также H. Spencer Jones, Life on other Worlds, N. Y., 1940; R. Wildt, Proc. Amer. Philos. Soc., 81, 1939, p. 135. Перевод последней книги, к сожалению неполный (что не оговорено), помещен в нашем Астрономическом журнале, т. XVII, 1940, вып. 5, стр. 81 и сл. Сейчас вышла в свет новая книга Вильдта «Geochemistry and the Atmosphere of Planets», 1942. К сожалению она еще до нас не дошла.

⁷ См. мою статью «Геологические оболочки и т. д.» (прим. 6).

⁸ Следовало бы ее переиздать на современном русском языке с комментариями.

⁹ См. «Очерки геохимии», стр. 9, 288 и мою книжку «Проблемы геохимии», III (сдана в печать).

¹⁰ «Проблемы геохимии», III.

¹¹ Криптозойской эрой я называю, согласно современным американским геологам, например Карлу Шухерту, умершему в 1942 г. (C. h. Schuchert and S. Dunbar, A Textbook of Geology, р. II, N. Y., 1941, p. 88 f.), тот период, который назывался раньше азойской или археозойской эрой (т. е. безжизненной или древнежизненной). В криптозойской эре морфологическая сохранность остатков организмов сходит почти на нет и они отличаются от кембрия, но существование жизни здесь проявляется в виде органогенных пород, происхождение которых не вызывает ни малейших сомнений.

¹² Биокосные тела — см. В. Вернадский. Проблемы биогеохимии, II, М.—Л., 1939, стр. 11. Таковы, например, почва, океан, огромное большинство земных вод, тропосфера и т. п.

¹³ См. основную мою работу, указанную в прим. I.

¹⁴ См. D. Gilman, *The Life of J. D. Dana*, N. Y., 1889. Глава об экспедиции написана в этой книге Ле-Контом. Работы Ле-Конта «Evolution», 1888 г. я не имел в руках. Он считал это главным своим трудом. О «психозойской эре» он указывает в своей книге «Elements of Geology», 5th Ed., 1915, стр. 293, 629. Его автобиография издана в 1903 г.: W. Armes (Ed.), *The Autobiography of Josef Leconte*. Биография и список трудов — см. H. Fairchild, *Bull. Geol. Soc. of America*, 26, W., 1915, p. 53.

¹⁵ О Рейнольдсе см. указатель юбилейного издания: «Centenary Celebration the Wilkes Exploring Expedition of the Unit. Stat. Navy 1838—1938», Proc. Amer. Philos. Soc., 82, 1940, No. 5, Philadelphia.

К сожалению, наши экспедиции первой половины XIX столетия в Тихом океане надолго прекратились — почти до самой революции — после Александра I и графа Н. П. Румянцева (1754—1826), замечательного русского культурного деятеля, который на свой счет снарядил экспедицию на «Рюрике» (1815—1818). В советское время можно назвать экспедицию К. М. Дерюгина (1878—1936), драгоценные и научноважные материалы которой до сих пор только частично обработаны и совершенно не изданы. Они должны быть закончены. Такое отношение к работе недопустимо. Зоологический институт Академии Наук СССР должен исполнить этот свой научно-гражданский долг.

¹⁶ D. Gilman, I. c. p. 255.

¹⁷ Я и мои современники незаметно пережили резкое изменение в понимании окружающего нас мира. В молодости как мне, так и другим казалось — и мы в этом не сомневались, — что человек переживает только историческое время — в пределах немногих тысяч лет, в крайнем случае десятков тысяч лет.

Сейчас мы знаем, что человек сознательно переживал десятки миллионов лет. Он пережил сознательно ледниковый период Евразии и Северной Америки, образование Восточных Гималаев и т. д.

Деление на историческое и геологическое время для нас сейчас сглаживается.

¹⁸ В 1934 г. вышло последнее переработанное издание «Очерков геохимии». В 1926 г. появилось русское издание «Биосфера», в 1929 г. — ее французское издание. В 1940 г. вышли мои «Биогеохимические очерки», а с 1934 г. выходят в свет «Проблемы биогеохимии». Третий выпуск «Проблем биогеохимии» сдан в печать в этом году. «Очерки геохимии» переведены на немецкий и японский языки.

¹⁹ Слово «ноосфера» составлено из греческого «ноос» — разум и «сфера» в смысле оболочки Земли. Лекции Ле-Руа вышли тогда же по-французски в виде книги: E. le Roy, *L'exigence idealiste et le fait devolution*, P., 1927, p. 196.

²⁰ A. Lotka, *Elements of physical Biology*. Bait., 1925, p. 406, foil.

²¹ W. S. Churchill, *Amid these storms. Thoughts and adventures*, 1932, p. 274.

Я вернусь к этому вопросу в другом месте.

²² Вопрос о биогеохимических функциях организма я излагаю во второй части своей книги «О химическом строении биосферы» (см. прим. 1).

Литература

- Азбука радиационной защиты. М.: Комтхеяпринт, 2005.
- Бадалян Л. О.* Лекции по клинической генетике. М., 1974.
- Вилли К., Детье В.* Биология (Биологические процессы и законы). Пер. с англ. М.: Мир, 1974.
- Гичев Ю. П.* Экологическая обусловленность основных заболеваний и сокращения продолжительности жизни. Новосибирск, 2000.
- Гридэл Т. Е., Алленби Б. Р.* Промышленная экология: учеб. пособие для вузов / пер. с англ. под ред. проф. Э. В. Гиусова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004.
- Израэль Ю. А.* Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеоиздат, 1984.
- Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник / М. В. Буторина, П. В. Воробьев, А. П. Дмитриева и др.: под ред. Н. И. Иванова, И. М. Фадина. М.: Логос, 2003.
- Константинов В. М., Челидзе Ю. Б.* Экологические основы природопользования: учеб. пособие М.: Издательский центр «Академия»; НМЦ СПО, 2001.
- Ливчак И. Ф., Воронов Ю. В.* Охрана окружающей среды. М.: Стройиздат, 1988.
- Лосев К. С., Мнацаканян Р. А., Дронин Н. М.* Потребление возобновляемых ресурсов: экологические и социально-экономические последствия (глобальные и региональные аспекты). М.: ГЕОС, 2005.
- Луканин В. Н., Трофименко Ю. В.* Промышленная транспортная экология. М.: Высшая школа, 2001.
- Мазур И. И., Молдаванов О. И.* Курс инженерной экологии: учебник для вузов / под ред. проф. И. И. Мазура. М.: Высшая школа, 1999.
- Небел Б.* Наука об окружающей среде: как устроен мир: в 2 т. Пер. с англ. М.: Мир, 1993.

Никифорова Н. Г., Потеряева Е. Л., Ерзин Д. А. Экологические болезни: учеб. пособие. Новосибирск: Сибмединиздат, 2003.

Николайкин Н. И., Николайкина Н. Е., Мелехова О. Л. Экология: учеб. пособие. М.: МГИУЭ, 2000.

Панин В. Ф., Сечин А. И., Федосова В. Д. Экология для инженера. М.: Ноосфера, 2001.

Пахомова Н., Рихтер К., Эндерс А. Экологический менеджмент. Практикум. СПб.: ПИТЕР, 2004.

Тимонин А. С. Инженерно-экологический справочник. Т. 1—3. Калуга: ИПП Гриф и К, 2003.

Хандогина Е. К., Рожкова З. Н., Хандогина А. В. Основы медицинской генетики: учеб. пособие М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004.

Штриплинг Л. О. Основы защиты окружающей среды. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2003.

Экологическая ситуация в Кузбассе и ее влияние на демографию и заболеваемость населения / Л. С. Хорошилова // ГОУ ВПО «Кемер. гос. ун-т». Кемерово: Кузбассвузиздат, 2005.

Экологический словарь / С. Делятицкий, И. Зайонц, Л. Чертков, В. Экзарьян. М: Конкорд Лтд-Экопром, 1993.

Экологический энциклопедический словарь. Научно-редакционный совет: В. И. Данилов-Данильян, Ю. М. Арский, Р. И. Вяхирев, М. Ч. Залиханов, К. Я. Кондратьев, К. С. Лосев. М.: Ноосфера, 2002.

Экологическое управление: учеб. пособие / под общ. ред. А. Д. Урсула. М.: РАГС, 2005.

Экология и проблемы большого города: реферативный сборник / под ред. Л. Д. Капрановой. М., 1992.

Ярмоненко С. П., Вайнсон А. А. Радиобиология человека и животных: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2004.

Интернет-ресурсы

<http://www.wwf.ru>

<http://oopt.info/>

<http://www.info.mos.ru>

Из этих же литературных источников взяты некоторые примеры и рисунки.

Авторы рекомендуют учащимся использовать перечисленные источники при самостоятельной работе.

Оглавление

Введение (Е. К. Хандогина, Н. А. Герасимова, А. В. Хандогина)	3
Глава 1. РАЗНООБРАЗИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (Е. К. Хандогина)	12
Глава 2. ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ (Е. К. Хандогина, Н. А. Герасимова)	23
Глава 3. ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (Н. А. Герасимова)	37
Глава 4. ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА (Е. К. Хандогина)	49
Глава 5. ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ (Н. А. Герасимова)	84
Глава 6. МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ (Е. К. Хандогина, Н. А. Герасимова)	97
Глава 7. ПОНЯТИЕ РИСКА. НОРМИРОВАНИЕ (Е. К. Хандогина, Н. А. Герасимова)	110
Глава 8. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО (Е. К. Хандогина, Н. А. Герасимова, А. В. Хандогина)	122
Глава 9. ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (Е. К. Хандогина, Н. А. Герасимова)	130
Глава 10. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ (Е. К. Хандогина, Н. А. Герасимова)	134
Методические замечания (А. В. Хандогина)	143
Приложение	146
Литература	157

Хандогина Елена Константина
Герасимова Наталия Алексеевна
Хандогина Александра Валерьевна

Экологические основы природопользования

Учебное пособие

Редактор И. В. Гоголина
Корректор Л. А. Шитов.
Компьютерная верстка И. В. Кондратьевой
Оформление серии Л. Заречной

Сдано в набор 19.02.2007. Подписано в печать 06.03.2007. Формат 60×90/16.
Печать офсетная. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 10,6.
Бумага офсетная. Тираж 4000 экз. Заказ № 5403.

Издательство «ФОРУМ»
101000, Москва — Центр, Колпачный пер., д. 9а
Тел./факс: (495) 625-32-07, 635-52-43
E-mail: mail@forum-book.ru

ЛР № 070824 от 21.01.
Издательский Дом «ИНФРА-М»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в
Тел.: (495) 380-05-46
Факс: (495) 363-92-12
E-mail: books@infra-m.ru
Http://www.infra-m.ru

Отпечатано с предоставленных диапозитивов
в ОАО “Тульская типография”. 300600, г. Тула, пр. Ленина, 109.

Хандогина Елена Константиновна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, профессор кафедры клинической генетики РГМУ, автор популярных брошюр и учебных пособий, участник ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Герасимова Наталия Алексеевна – инженер-эколог, научный сотрудник МГТУ им. Н.Э. Баумана, автор научных статей по экологии.

Хандогина Александра Валерьевна – педагог, методист; преподаватель Института международных отношений гуманитарного факультета МИФИ.



ISBN 978-5-91134-136-7



9 785911 341367